

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-102286

(43)Date of publication of application : 13.04.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
F16F 15/02
G03F 7/20

(21)Application number : 11-275561

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 29.09.1999

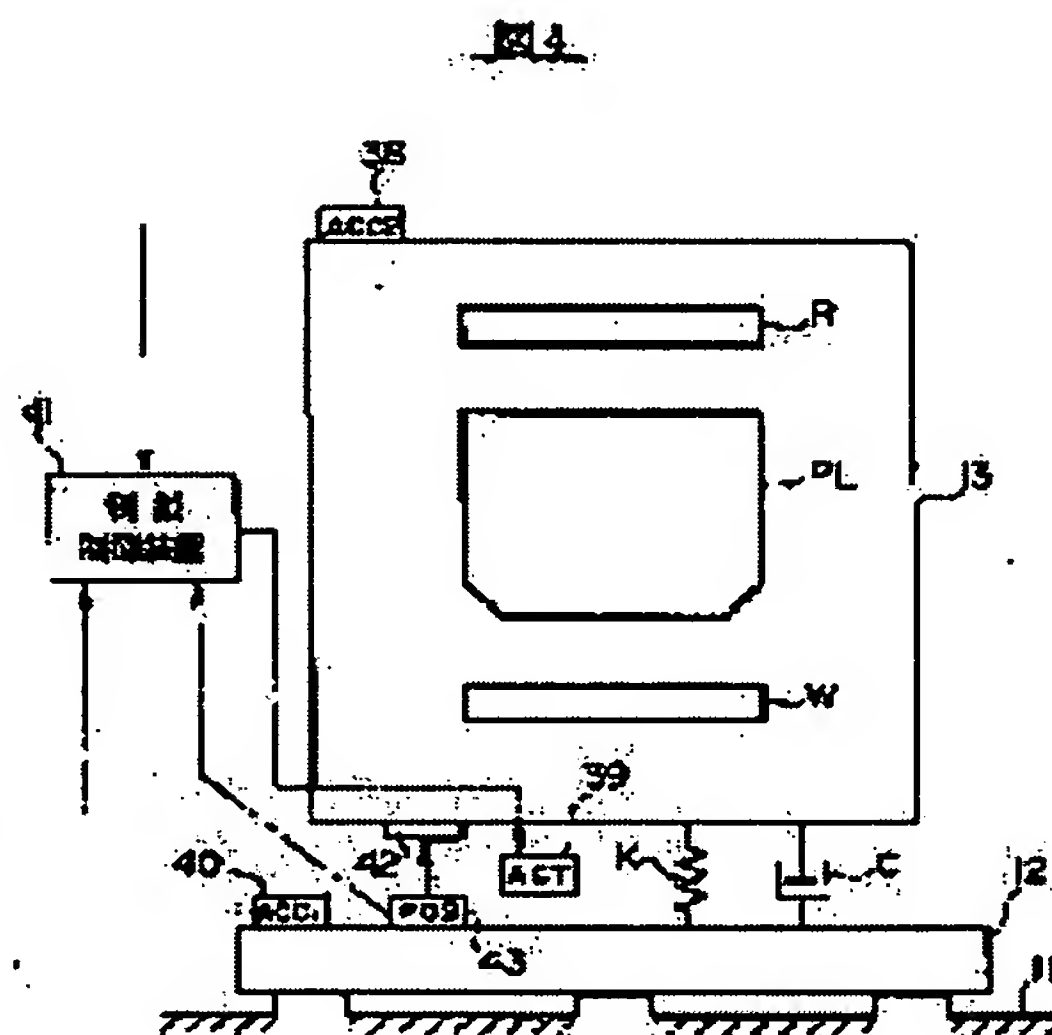
(72)Inventor : TAKAHASHI MASATO

(54) ALIGNER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an aligner which is very tolerant to floor vibration.

SOLUTION: On a base plate 12 installed on a floor 11 as an installation surface, an exposure main body part 13 which performs exposure is supported with a vibration-proof pad composed of a spring element K and a damper element C. On the base plate 12, an acceleration sensor 40 for detecting the vibration of the base plate 12 is provided, and a vibration suppression controller 41 controls the operation of an actuator 39 according to the detected value of the acceleration sensor 40, so as to reduce vibration transmitted to the exposure main body part 13.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The aligner which carries out [having had the oscillating detection equipment which detects an oscillation of said support substrate, and the control unit which control said vibration isolation to reduce the oscillation transmitted to said exposure body section based on the detection value by said oscillating detection equipment in the aligner which supported the exposure body section through a vibration isolation on the support substrate installed on an installation side, and] as the description.

[Claim 2] For said vibration isolation, said oscillating detection equipment is an aligner according to claim 1 characterized by including the actuator which displaces in the outline **** direction in the detection direction of the acceleration by said acceleration sensor, and moves said exposure body section slightly including the acceleration sensor which detects the acceleration of the outline **** direction to at least 1 shaft orientations of the rectangular cross 3 shaft orientations.

[Claim 3] Said vibration isolation is an aligner according to claim 2 characterized by including the vibration removal pad which attenuates the oscillation of the outline **** direction in the displacement direction of said actuator of said exposure body section.

[Claim 4] Said control device is an aligner according to claim 2 or 3 characterized by carrying out feedforward control of the variation rate of said actuator based on the detection value by said acceleration sensor.

[Claim 5] An aligner given in any 1 term of claims 2-4 characterized by distributing two or more said acceleration sensors on said support substrate.

[Claim 6] Said support substrate is an aligner according to claim 5 characterized by being supported by at least three points on said installation side, and attaching said acceleration sensor in said support neighborhood of a point of said support substrate, respectively.

[Claim 7] It is the aligner according to claim 4 characterized by having the 2nd acceleration sensor which detects the acceleration of the outline **** direction in the displacement direction of said actuator produced in said exposure body section, and said control unit carrying out feedback control of said actuator based on the detection value by said 2nd acceleration sensor so that the oscillation produced in said exposure body section may be reduced.

[Claim 8] Said exposure body section is an aligner given in any 1 term of claims 1-7 characterized by having the 1st stage equipment which moves the sensitization substrate as an object for exposure, and the 2nd stage equipment which moves the mask with which the pattern was formed synchronizing with said sensitization substrate.

[Claim 9] The aligner according to claim 8 characterized by having formed said 1st stage equipment on the main frame supported by said vibration isolation, and forming said 2nd stage equipment in the subframe fixed to said main frame.

[Claim 10] Said 1st stage equipment is an aligner according to claim 9 characterized by having the stage supported by said main frame movable and the driving gear which has the stator fixed to the slider attached in said stage, and said main frame.

[Claim 11] Said 1st stage equipment is an aligner according to claim 9 characterized by having the stage supported by said main frame movable and the driving gear which has the stator supported by the slider attached in said stage, and said main frame movable.

[Claim 12] Said 2nd stage equipment is an aligner according to claim 9 characterized by having the

stage supported by said subframe movable and the driving gear which has the stator supported by the slider attached in said stage, and said subframe movable.

[Claim 13] Said 1st or 2nd stage equipment is an aligner according to claim 11 or 12 characterized by having reaction equipment which transmits the reaction force produced in said stator by actuation of said stage to said base plate.

[Claim 14] It is the aligner according to claim 1 which the threshold about the oscillation produced in said support substrate is equipped with the storage by which storage maintenance was carried out beforehand, and is characterized by controlling said control unit to suspend the exposure processing by said exposure body section when the oscillation detected by said oscillating detection equipment exceeds said threshold.

[Claim 15] It is the aligner according to claim 1 which the threshold about the oscillation produced in said support substrate is equipped with the storage by which storage maintenance was carried out beforehand, and is characterized by controlling said control unit to suspend actuation of said vibration isolation when the oscillation detected by said oscillating detection equipment exceeds said threshold.

[Claim 16] It is the aligner according to claim 1 characterized by performing said control based on the value which removed the component equivalent to said elastic oscillation detected by said elastic oscillation detection equipment from the detection value forming the elastic oscillation detection equipment for detecting the elastic oscillation of said support substrate, and according [said control unit] to said oscillating detection equipment.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the aligner with which the measures against vibration control (damping, vibration removal) were taken especially about the aligner used for manufacture of a semiconductor device, a liquid crystal display, a plasma display, the thin film magnetic head, an image sensor (CCD), etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the photolithography process which is one of the production processes of a semiconductor device, the aligner which carries out an exposure imprint is used on the wafer with which the pattern currently formed in reticle (or mask) was applied to the photoresist. Many steppers which are the aligners of the cutback projection mold which carries out cutback projection and exposes the pattern on reticle with a projection lens to the shot field on a wafer as such an aligner are used.

[0003] As a stepper, one-shot exposure of the pattern is carried out to the shot field on a wafer. The thing of the step-and-repeat method which moves a wafer one by one and repeats exposure to other shot fields, Or the thing of step - which scans reticle and a wafer simultaneously, illuminates with the slit light or rectangle light of the die length near a lens diameter, and repeats exposure from viewpoints, such as a miniaturization of a projection lens, to each shot field at the time of exposure recently, and - scanning method is also developed. Practical use is presented increasingly.

[0004] In such an aligner, exposure precision falls according to generating of an oscillation, and it becomes the failure of detailed-izing of a semiconductor device etc., or improvement in the speed of processing. In order to prevent this, the exposure body section which performs exposure processing installs the base plate (support substrate) used as the criteria of equipment on a floor line, and is installed through a vibration isolation on this base plate.

[0005] As a vibration isolation, what used together the thing of an active mold for clearance to control the oscillation of a difficult low frequency component is known for the thing of the passive mold which supported the exposure body section on the base plate with the spring element and the absorber element, and the thing of this passive mold. The vibration isolation of an active mold detects the oscillation produced in the exposure body section by the acceleration sensor, controls actuation of the actuator infixed between a base plate and the exposure body section based on the detection value, gives the force actively to the exposure body section, and reduces an oscillation.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, although specifications of the floor in which an aligner is installed, such as rigidity, are determined in relation with the exposure precision searched for, when realizing the same precision, the looser one is advantageous [the specification of a floor] from relation with the installed cost of a clean room etc.

[0007] however, when an oscillation arises to the floor itself with the conventional technique by transmitting the reaction force accompanying migration of the stage of an aligner etc. to a floor through a base plate etc. Since transfer in the exposure body section of this oscillation was not able to be controlled effectively, the tolerance to floor vibration was narrow, for this reason, the rigidity of a floor etc. fully needed to be secured, and the installed cost of a clean room was increased, or there was a problem that an installation was restricted. In addition, in order to form a detailed pattern

with a sufficient precision, since it fully needed to wait for attenuation of floor vibration, there was also a problem that high-speed processing could not be performed.

[0008] Moreover, when the earthquake exceeding the amount of allowable vibration on the specification of an aligner etc. occurred, the exposure body section vibrated very greatly and there was a problem that a fatal damage may be given to equipment.

[0009] This invention is made in view of the trouble of such a conventional technique, and the tolerance to floor vibration is wide, and it is highly precise, and aims at offering the aligner which can realize high-speed processing. Moreover, it aims also at preventing giving a fatal damage to an aligner according to the occurrence of an earthquake etc.

[0010]

[Means for Solving the Problem] Hereafter, in the example shown in this term, although the typical reference mark shown in drawing of an operation gestalt is attached and explained to each requirement for a configuration of this invention for easy-izing of an understanding, the configuration or each requirement for a configuration for this invention is not limited to what is restrained by these reference marks.

[0011] The aligner of this invention for attaining the above-mentioned object In the aligner which supported the exposure body section (13) through the vibration isolation (K, C39) on the support substrate (12) installed on an installation side (11) It has the oscillating detection equipment (40) which detects an oscillation of said support substrate, and the control unit (41) which controls said vibration isolation (39) to reduce the oscillation transmitted to said exposure body section based on the detection value by said oscillating detection equipment, and is constituted.

[0012] According to this invention, since he is trying to control a vibration isolation to reduce that detect an oscillation of the support substrate which installs the exposure body section, and this oscillation is transmitted to the exposure body section, it is controlled that the oscillation produced in the support substrate is transmitted to the exposure body section. Therefore, since tolerance to floor vibration can be made large, while being able to reduce installed costs, such as a clean room, or being able to lessen constraint on installation of an aligner, exposure formation of the detailed pattern can be carried out with high precision at a high speed.

[0013] In this case, it can control to form further the storage with which storage maintenance of the threshold about the oscillation produced in said support substrate was carried out beforehand, to suspend the exposure processing by said exposure body section, when, as for said control unit, the oscillation detected by said oscillating detection equipment exceeds said threshold, or to suspend actuation of said vibration isolation. Thereby, when a big oscillation arises in a support substrate according to the occurrence of an earthquake etc., it is prevented that manufacturing a defective is prevented or a vibration isolation etc. is damaged.

[0014] Moreover, the elastic oscillation detection equipment for detecting the elastic oscillation of said support substrate in the above-mentioned case is formed, and said control unit can perform said control based on the value which removed the component equivalent to said elastic oscillation detected by said elastic oscillation detection equipment from the detection value by said oscillating detection equipment. Although resonance (resonance) may arise and the exposure body section may be positively excited if the elastic oscillation (oscillation by 1-several normal mode of vibration produced in the support substrate itself [this] according to the elastic force of a support substrate etc.) of a support substrate is detected and control for damping is carried out Thus, by coping with it, this point can be improved and the effect on the exposure body section by floor vibration can be more certainly prevented now.

[0015]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of desirable operation of this invention is explained to a detail based on a drawing.

[0016] The perspective view in which drawing 1 shows the whole aligner configuration of the operation gestalt of this invention, the front view and drawing in which drawing 3 is the same and showing the configuration of a reticle stage where drawing 2 is the same, drawing in which drawing 4 is the same and showing the important section configuration of a vibration isolation, and drawing 5 are drawings showing the configuration of a vibration control control system similarly. The aligner of this operation gestalt is an aligner of the cutback projection mold of step - and - scanning method.

[0017] In these drawings, 11 is a floor line as an installation side, and is installed on the floor line 11 by carrying out the three point suspension of the tabular base plate (support substrate) 12 from a viewpoint of stable support. The base plate 12 consists of members of high rigidity of the ceramics, iron, etc. On the base plate 12, the exposure body section 13 is installed through the mounting section 14 which constitutes the vibration control (damping) equipment of a Z direction.

[0018] The main frame (first column) 15 of the exposure body section 13 consists of rectangle tabular the base section 16, the four column sections 17, and the wafer stage surface plates 18. The main frame 15 is supported by the mounting section 14 of a couple, respectively by the right and left by which arrangement immobilization of near [four] the corner of the base section 16 was carried out on the base plate 12. About the detail configuration of the mounting section 14, it mentions later.

[0019] On the wafer stage surface plate 18 fixed to the soffit of the column section 17 of a main frame 15 in one, the wafer stage unit WS which carries out positioning migration of the wafer (sensitization substrate) W as an object for exposure is formed.

[0020] The wafer stage unit WS is equipment which moves in X and the direction of Y two dimensions while Wafer W is equipped with the moving part (stage) laid and fixed and moves this wafer W slightly to a Z direction. Migration of the moving part of the wafer stage unit WS is controlled based on the control signal from an exposure control unit.

[0021] More specifically, the wafer stage unit WS is equipped with the stage as moving part attached in the movable slider (migration child) and the slider to the stator (stator) and the stator. The slider which collaborates with a stator and this may be offered by the linear motor. With this operation gestalt, especially the stator is prepared movable on the wafer stage surface plate 18 by the sliding mechanism by an air bearing etc. However, the stator may be fixed on the wafer stage surface plate 18. The wafer W with which the sensitization agent was applied to the top face is held on a stage by carrying out attraction adsorption of the whole rear face, for example.

[0022] The through hole is formed in the outline center section of the base section 16 of a main frame 15, and the projection optical system PL is arranged so that this through hole may be penetrated. In the lens-barrel, this projection optical system PL holds two or more lenses etc., and is constituted. The projection optical system PL is being fixed to the base section 16 through the projection system supporter material (subframe) 19 which consisted of first Invar 19a, second Invar 19b, and third Invar 19c sequentially from the bottom. Such first Invar 19a, second Invar 19b, and third Invar 19c are being mutually fixed to the interior in one, where a projection optical system PL is held, first Invar 19a is in the condition by which insertion arrangement was carried out at the through hole of the base section 16, and this first Invar 19a is being firmly fixed to the base section 16.

[0023] The reticle stage unit RS as reticle migration equipment for moving the reticle R in which the circuit pattern was formed is attached in the top face of third Invar 19c of the projection system supporter material 19. The reticle stage unit RS consists of a reticle coarse adjustment stage unit RCS and a reticle jogging stage unit RFS as shown in drawing 3 .

[0024] The reticle coarse adjustment stage unit RCS is equipped with the stage 23 attached on the movable slider (migration child) 22 and the slider 22 to the stator (stator) 21 and the stator 21. The slider 22 which collaborates with a stator 21 and this may be offered by the linear motor. With this operation gestalt, especially the stator 21 is formed movable on third Invar 19c of the projection system supporter material 19 by the sliding mechanism 24 which has an air bearing etc. However, the stator 21 may be fixed on third Invar 19c. Although the slider 22 and the stage 23 are illustrated as another member, these may be offered by the common member.

[0025] The reticle jogging stage unit RFS is formed on the stage 23 of the reticle coarse adjustment stage unit RCS. The reticle jogging stage unit RFS is equipped with the stage 27 attached on the slider 26 formed movable to the stator (stator) 25 and the stator 25, and the slider 26. The slider 26 which collaborates with a stator 25 and this may be offered by the linear motor. The stator 25 is being fixed on the stage 23. Moreover, although the slider 26 and the stage 27 are illustrated as another member, these may be offered by the common member. The stage 27 has the function which carries out adsorption maintenance of near [the] the periphery where the pattern formation side is turned for the reticle in which the pattern which should be imprinted on the front face was formed downward.

[0026] The stand (second column) 28 is formed on the base section 16 of a main frame 15, and the illumination-light study system 29 for changing into the predetermined illumination light the light injected from the light sources, such as non-illustrated excimer laser, and leading to Reticle R is attached in the stand 28 (refer to drawing 2).

[0027] Although a graphic display is omitted, the migration mirror is attached on the stage in which the wafer W of the wafer stage unit WS is laid, and the laser interferometer which is location detection equipment as it corresponds to this migration mirror is formed in the mainframe 15. The location of a stage is measured with predetermined resolution (for example, about 0.001 micrometers) in a laser interferometer and a migration mirror. The measurement value is supplied to the exposure control device which may be offered by the hardware and software of a computer, and positioning is performed by controlling the wafer stage unit WS based on a measurement value by the migration list for acceleration of a stage, a slowdown, and a scan.

[0028] Moreover, the migration mirror 30 is attached on the stage 23 of the reticle coarse adjustment stage unit RCS, and the laser interferometer (un-illustrating) which is location detection equipment as it corresponds to the migration mirror 30 is attached in the projection system supporter material 19 (third Invar 19c) as shown in drawing 3 . The location of a stage 23 is measured with predetermined resolution (for example, about 0.001 micrometers) in a laser interferometer and the migration mirror 30. The measurement value is supplied to an exposure control device, and positioning is performed by the migration list for acceleration of a stage 23, a slowdown, and a scan by controlling the reticle coarse adjustment stage unit RCS based on a measurement value.

[0029] The migration mirror 31 is attached on the stage 27 for Reticle R, and the laser interferometer (un-illustrating) which is location detection equipment as it corresponds to the migration mirror 31 is formed in the projection system supporter material 19. The location of a stage 27 is measured with predetermined resolution (for example, about 0.001 micrometers) in a laser interferometer and the migration mirror 31. The measurement value is supplied to an exposure control device, and positioning is performed by the migration list for acceleration of a stage 27, a slowdown, and a scan by controlling the reticle jogging stage unit RFS based on a measurement value.

[0030] The illumination-light study system 29 irradiates the pattern space of the rectangle of Reticle R from a top by the illumination light extended in the shape of a cross-section slit (the shape of a rectangle) in the direction (the direction of X) which intersected perpendicularly with the scanning direction at the time of scan exposure (the direction of Y). The lighting field on the reticle R of the slit-like illumination light linear in this direction of X is located in the center of the circular visual field by the side of a body side vertical to the optical axis of a projection optical system PL, lets the projection optical system PL of the predetermined cutback scale factor beta (this operation gestalt 1/4) pass, and some images of the pattern of the reticle R in that lighting field are projected on Wafer W in predetermined resolution. As a projection optical system PL, what projects on a wafer the cutback inverted image of the pattern formed in the pattern side of Reticle R is used with this operation gestalt.

[0031] The command of exposure initiation to the wafer stage unit WS, the reticle coarse adjustment stage unit RCS, and the reticle jogging stage unit RFS is sent out from an exposure control device at the time of scan exposure, and while Reticle R is made to carry out scan migration at a rate V_m according to this by the direction of +Y, a wafer is made to carry out scan migration at a rate $V_w (= \beta \cdot V_m)$ synchronizing with this by the direction of -Y. In addition, while moving Reticle R in the direction of -Y with the same velocity ratio, a wafer may be moved in the direction of +Y.

[0032] If its attention is paid to the reticle coarse adjustment stage unit RCS at this time, since that reaction force acts on a stator 21 and the stator 21 is made movable to the projection system supporter material 19 (third Invar 19c) with acceleration or a slowdown of the migration child 22 and a stage 23 by the sliding mechanism 24 with this operation gestalt, a stator 21 tends to move to an opposite direction to the migration direction of a slider 22. In order to prevent the effect of the reaction force which this produces, the reaction frame device (reaction equipment) is adopted.

[0033] The reaction frame device is equipped with the reaction frame (rigid member) 32 set up on the base plate 12, and the reaction force equipment which generates the force which offsets the reaction force which is arranged by the reaction frame 32 and acts on a stator 21 by migration of a stage 23. Especially, with this operation gestalt, the reaction frame device of a passive mold is

adopted and reaction force equipment is offered with the reaction bar 33 which consists of the elastic body or the rigid body which connects a stator 21 and the reaction frame 32. Thereby, the reaction force accompanying acceleration or a slowdown of a stage 23 is missed by the base plate 12 through the reaction bar 33 and the reaction frame 32, and a fixed exposure precision is secured. However, this reaction frame device is not indispensable and can also be omitted.

[0034] In addition, the reaction frame device of an active mold may be constituted by forming a controllable actuator (for example, voice coil motor) for the telescopic motion electrically in the middle of the reaction bar 33 etc. Moreover, a reaction frame device may be similarly applied to the wafer stage unit WS.

[0035] Near the edge of right and left of a base plate 12, arrangement immobilization of the actuator support frame 34 of a gate type configuration is carried out, respectively, and the horizontal actuator (the direction actuator 35 of X, the direction actuator 36 of Y) is being fixed on the actuator support frame 34 as shown in drawing 1 and drawing 2.

[0036] The direction actuator 35 of X consists of a fixed part fixed to the actuator support frame 34, and moving part fixed to the base section 16 of a main frame 15, and is formed two pieces with this operation gestalt (only a piece is illustrated to drawing 1). The direction actuator 36 of Y consists of a fixed part fixed to the actuator support frame 34, and moving part fixed to the base section 16 of a main frame 15, and with this operation gestalt, it is formed two pieces as shown in drawing 1.

However, plural is further sufficient as the number of these direction actuators 35 of X, and the direction actuator 36 of Y. Moreover, two or more location detection sensors 37 which detect the variation rate (location) of the direction of X of a mainframe 15 and the direction of Y are attached in the actuator support frame 34.

[0037] On the mainframe 15, two or more acceleration sensors (accelerometer) 38 as oscillating detection equipment for detecting the oscillation of X of this mainframe 15, Y, and a Z direction are attached (in drawing 1, three pieces are illustrated typically). With this operation gestalt, these acceleration sensors 38 are formed, in order that [two] two pieces and the direction of Y may carry out oscillating detection, in order to detect the oscillation of a Z direction and to detect the oscillation of three pieces and the direction of X. However, the number of an acceleration sensor 38 may not be limited to this, but there may be. [still more]

[0038] 4 sets of mounting sections 14 which support the exposure body section 13 are formed with this operation gestalt. However, there should just be at least 3 sets. The mounting section 14 is equipped with the Z direction actuator (ACT) 39 which becomes the vibration removal pad list which consists of absorber elements C, such as the spring elements K, such as a coil spring, and an air damper, from a voice coil motor etc., and is constituted as shown in drawing 4. This actuator 39 may be offered with one or some combination which are chosen from an electromagnetic actuator, an electric oil pressure controlling expression actuator, an electric control type fluid cylinder, and a piezoelectric device.

[0039] On the base plate 12, two or more acceleration sensors (ACC1) 40 as oscillating detection equipment for detecting the oscillation of X of this base plate 12, Y, and a Z direction are attached (in drawing 1, two pieces are illustrated typically). These acceleration sensors 40 are formed the piece every near this mounting section 14 with this operation gestalt corresponding to each mounting section 14, respectively. however, the number of acceleration sensors 40 is limited to this -- not having -- this -- at least -- more [or / still]. In addition, when carrying out damping control only about a Z direction, it is not necessary to prepare an acceleration sensor about the direction of X, and the direction of Y. Moreover, with this operation gestalt, although the acceleration sensor 40 which detects an oscillation of a base plate 12 is attached near each mounting section 14, it may be prepared in the location corresponding to the supporting point of a floor 11, or its near.

[0040] The Z direction actuator 39 consists of a fixed part fixed to the base plate 12, and moving part fixed to the base section 16 of a main frame 15, and the actuation is controlled by the damping control unit 41 which may be offered by the hardware and software of a computer. The detection value by acceleration sensors 38 and 40 is supplied to the damping control unit 41.

[0041] The reflecting mirror 42 is attached in the underside of a main frame 15, and the laser interferometer (POS) 43 which is location detection equipment is formed in the location corresponding to the reflecting mirror 42 of a base plate 12. With a laser interferometer 43 and a

reflecting mirror 42, the variation rate (location) of a mainframe 15 is measured with predetermined resolution (for example, about 0.001 micrometers). The measurement value is supplied to the damping control unit 41.

[0042] In addition, in the aligner of this operation gestalt, with a Z direction, it considers as the direction of an optical axis of a projection optical system PL (it is the vertical direction on drawing 2), the depth direction (direction which intersects perpendicularly to the space of drawing 2) of a base plate 12 is made into the direction of Y into the flat surface which intersects perpendicularly with this, and the direction (it is a longitudinal direction on drawing 2) which intersects perpendicularly with this is made into the direction of X. A scanning direction is the direction of Y.

[0043] Next, with reference to drawing 4 and drawing 5 , the damping control processing by the damping control unit 41 will be explained. In addition, although considered as explanation only about a Z direction in the following explanation, the same is fundamentally said of the direction of X, and the direction of Y.

[0044] Actuation of the Z direction actuator 39 is controlled so that the acceleration signal of the Z direction detected by acceleration sensors 38 and 40 and the displacement (location) signal detected by the laser interferometer 43 are inputted into the damping control device 41 and, as for the damping control device 41, an oscillation is not transmitted if possible to the exposure body section 13 from a base plate 12 based on these signals, and so that the oscillation of the exposure body section 13 becomes the smallest.

[0045] In order to control actuation of the Z direction actuator 39 of the mounting section 14 of 1, it has the arithmetic circuit (un-illustrating) of a subtractor 44, the PID-control circuit (PID) 45, a switch 46, an integrator (1/S) 47, a subtractor 48, amplifier (AMP) 49, a subtractor 50, and others, and the actuator control circuit realized by the damping control device 41 is constituted, as shown in drawing 5 .

[0046] A subtractor 44 calculates the position error which is a difference of the desired value (here, a variation rate 0 is the desired value) of a Z direction and the location (variation rate) information from a laser interferometer (POS) 43 which are outputted from the target-position output section (un-illustrating). The PID-control circuit 45 performs control action (proportion + integral + differential) by making into an actuating signal the position error outputted from this subtractor 44, and calculates a rate command value.

[0047] A subtractor 48 calculates the velocity error which is a difference of the rate command value (it is the command value 0 when it is the case where a switch 46 is ON and a switch 46 is OFF) from this PID-control circuit 45, and the rate information which integrated with the acceleration signal detected by the acceleration sensor (ACC2) 38 with the integrator 47. Amplifier 49 carries out derivation of the velocity error outputted from this subtractor 48, and makes it an acceleration signal. A subtractor 50 subtracts the acceleration signal detected by the acceleration sensor (ACC1) 40 from the acceleration signal outputted from amplifier 49, the output serves as a command value over an actuator (ACT) 39, and the energization force or the spasm force is generated by the actuator 39.

[0048] That is, while feedback control is carried out so that the oscillation of the exposure body section 13 may become the smallest based on the detection value of an acceleration sensor 38, feedforward control of the actuator 39 is carried out so that the oscillation transmitted to the exposure body section 13 from a base plate 12 based on the detection value of an acceleration sensor 40 may become the smallest. By switching on or turning off a switch 46, it can choose whether control by the variation rate (location) is carried out.

[0049] In addition, the transfer function used for the feedforward control of the actuator 39 by the acceleration sensor 40 carries out the seal of approval of the oscillation to a floor 11 actually, and what modeled the dynamic characteristics of a floor 11 is used for it. The aligner of this operation gestalt is equipped with the function which carries out self-study of this dynamic characteristics, and after an aligner is installed actually, the dynamic characteristics of that floor 11 is learned.

[0050] by the way, even if an earthquake may occur and it continues exposure processing as it is depending on the seismic coefficient during operation of an aligner, cannot acquire a good exposure precision, or When the worst, tolerance may be exceeded, for example, the stroke limitation of the damper of the mounting section 14 may be crossed, and breakage etc. may occur to each part by colliding with the reflecting mirror 42 with which a laser interferometer 43 corresponds, or carrying

out the seal of approval of the big oscillation.

[0051] Then, since the acceleration sensor 40 as an object for damping control mentioned above is formed on the base plate 12 with this operation gestalt When the detected acceleration exceeds the threshold decided beforehand using the detection value of this acceleration sensor 40 It notifies to the control unit (host processor) of the high order which controls the whole aligner, and exposure processing is interrupted stopped, or the air of an air damper is exhausted, and the protection measure of making the exposure body section 13 lock mechanically etc. was taken. This threshold shall be beforehand stored in the storage (memory) with which the control unit or the damping control unit 41 of the high order concerned is equipped.

[0052] Thereby, when a big oscillation arises in a base plate 12 according to the occurrence of an earthquake etc., it is prevented that manufacturing a defective is prevented or a mechanism element etc. is damaged.

[0053] Moreover, in the operation gestalt mentioned above, although an acceleration sensor 40 is attached in a base plate 12 and it is made to carry out feedforward control of the actuator 39, a base plate 12 may carry out an elastic oscillation (vibrate by primary - several normal mode of vibration according to your elastic force etc. by exciting a base plate 12). If an acceleration sensor 40 detects this oscillation mode and an actuator 39 is operated with that detection value, by resonance (resonance), there will be a possibility of exciting the exposure body section 13 positively, and the damping engine performance will fall in that case.

[0054] Then, two or more sensors (for example, acceleration sensor) for detecting the oscillation mode of this base plate 12 are formed on a base plate 12, this oscillation mode is detected, and he removes the oscillating component equivalent to this oscillation mode from the detection value of an acceleration sensor 40, and is trying to control actuation of an actuator 39 by this operation gestalt based on this. Thereby, the damping performance degradation by the elastic oscillation of base-plate 12 the very thing is prevented, and the higher damping engine performance can be realized.

[0055] In addition, the gestalt of the operation explained above was indicated in order to make an understanding of this invention easy, and it was not indicated in order to limit this invention.

Therefore, each element indicated by the above-mentioned operation gestalt is the meaning also containing all the design changes belonging to the technical range of this invention, or equal objects.

[0056] For example, in the operation gestalt mentioned above, although the wafer stage unit WS is installed in the wafer stage surface plate 18 hung from the base section 16 of a main frame 15, it is good also as a configuration which the wafer stage surface plate 18 is made to become independent of a main frame 15, and forms it on a base plate 12. In this case, this wafer stage surface plate 18 is supported on a base plate 12 by the mounting section 14 mentioned above and the same mounting section, and the same damping control as the above is carried out.

[0057] Moreover, with the operation gestalt mentioned above, although the linear motor is used as a driving gear of the wafer stage unit WS and the reticle stage unit RS, it is not limited to this and can also adopt, the other driving gears, for example, so-called flat-surface motor, of a format.

[0058] A flat-surface motor is a driving gear which can move slightly to a Z direction, can carry out a very small revolution further at the circumference of the X-axis, a Y-axis, and the Z-axis, and has six degrees of freedom in all while moving in the direction of X, and the direction of Y on a stage. although the graphic display with a detailed flat-surface motor is omitted -- an outline -- they are the following configurations.

[0059] That is, a flat-surface motor arranges two or more actuation units in the top face of the pars-basilaris-ossis-occipitalis yoke which consists of a ferromagnetic, estranges them in the upper part from this actuation unit, and arranges the up yoke which consists of a ferromagnetic. An actuation unit arranges two or more coils suitably to the core which consists of a ferromagnetic, is constituted, and arranges the stage which has a magnet plate between this actuation unit and this up yoke.

Thereby, by being held in the condition of having floated and energizing suitably to an actuation unit, a stage is generating a thrust towards desired and has realized these six degrees of freedom.

[0060] Furthermore, although considered as the explanation about the cutback projection mold aligner of step - and - scanning method with the above-mentioned operation gestalt The illumination light for exposure is irradiated all over a reticle pattern in the condition of having made reticle and a wafer standing it still. The cutback projection mold aligner of the step rise repeat method which

carries out one-shot exposure of the one partition field on the wafer with which the reticle pattern should be imprinted (shot field) (stepper). It is possible to apply this invention also still like aligners, such as a mirror projection method, and a pro squeak tee method, a contact method.

[0061] Moreover, this invention is applicable also to the cutback projection mold aligner of step - and - SUTITCHI method. In this aligner, the circuit pattern which should be formed in a substrate (for example, reticle substrate) is expanded only the inverse number twice of that cutback scale factor, and that extended pattern is divided into plurality, it forms in two or more reticles, respectively, cutback projection of each pattern of two or more of these reticles is carried out, and it connects and imprints on a substrate. When imprinting the pattern of each reticle on a substrate, any of a scan exposure method and a quiescence exposure method may be adopted. Moreover, the connection may not exist among two or more patterns adjoined and imprinted on a substrate. That is, step - and - SUTITCHI method imprint the pattern of reticle, respectively to two or more exposed fields selectively superimposed on the existence of the connection of a pattern on a substrate not related.

[0062] Furthermore, in order to manufacture a semiconductor device, a liquid crystal display, a plasma display, the thin film magnetic head, and not only the aligner used for manufacture of image sensors (CCD etc.) but reticle or a mask, this invention is applicable also to the aligner which imprints a circuit pattern to a glass substrate or a silicon wafer. That is, this invention is applicable regardless of an exposure method, an application, etc. of an aligner.

[0063] Especially as the light source of the aligner with which this invention is applied, it is not limited but is KrF excimer laser (wavelength of 248nm), ArF excimer laser (wavelength of 193nm), F2 laser (wavelength of 157nm), and Kr2. Laser (wavelength of 146nm), KrAr laser (wavelength of 134nm), Ar2 Laser (wavelength of 126nm) etc. can be used.

[0064] Moreover, for example, the single wavelength laser of the infrared region oscillated from DFB semiconductor laser or a fiber laser or a visible range may be amplified with the fiber amplifier with which the erbium (or both an erbium and ITTORIBIUMU) was doped, and the higher harmonic which carried out wavelength conversion may be further used for ultraviolet radiation using a nonlinear optical crystal. In addition, an ITTORIBIUMU dope fiber laser is used as single wavelength oscillation laser.

[0065] Moreover, it is possible to apply also to the cutback projection aligner which makes the light source soft X ray before and behind the wavelength of 10nm, the X-ray aligner which makes wavelength order of 1nm the light source, and the aligner which carries out exposure drawing on a sensitization substrate by the electron ray beam (EB), an ion beam, etc. according to pattern data.

[0066] The aligner of the gestalt of this operation can perform optical adjustment of the illumination-light study system 29 or a projection optical system PL which consists of two or more lenses, and can manufacture it by carrying out comprehensive adjustments (electric adjustment, check of operation, etc.) further while it assembles the stage equipment which consists of many components, such as the reticle stage unit RS and the wafer stage unit WS, while forming two or more acceleration sensors 40 in a base plate 12.

[0067] In addition, as for manufacture of an aligner, it is desirable to carry out in the clean room where temperature, an air cleanliness class, etc. were managed.

[0068] By the way, a semiconductor device is manufactured through the step which manufactures reticle, the step which manufactures a silicon wafer, the step which imprints the pattern of reticle on a wafer using the aligner explained with the above-mentioned operation gestalt, an assembly step (a dicing process, a package process, etc. are included), an inspection step, etc. based on the step which performs the function and engine-performance design of a circuit, and this design step.

[0069]

[Effect of the Invention] Since tolerance to floor vibration can be made large according to this invention as explained above, the installed cost of a plant can be reduced or the constraint about the installation of an aligner decreases. Moreover, while being able to reduce the adverse effect to the exposure precision by floor vibration and being able to attain high-degree-of-accuracy-ization, improvement in the speed of exposure processing can also be attained. Furthermore, even if it is the case where an earthquake etc. occurs, it can also prevent giving a fatal damage to an aligner.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view showing the whole aligner configuration of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the front view showing the whole aligner configuration of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 3] It is drawing showing the configuration of the reticle stage of the aligner of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] It is drawing showing the important section configuration of the vibration isolation of the aligner of the operation gestalt of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the important section configuration of the control system of the vibration isolation of the aligner of the operation gestalt of this invention.

[Description of Notations]

- 11 -- Installation side (floor)
- 12 -- Base plate (support substrate)
- 13 -- Exposure body section
- 14 -- Mounting section
- 15 -- Mainframe
- 16 -- Base section
- 18 -- Wafer stage surface plate
- 19 -- Projection system supporter material
- 21 -- Stator
- 22 -- Slider
- 23 -- Stage
- 24 -- Sliding mechanism
- 32 -- Reaction frame device
- 33 -- Reaction bar
- 38 -- Acceleration sensor (ACC2)
- 39 -- Z direction actuator (ACT)
- 40 -- Acceleration sensor (ACC1)
- 41 -- Damping control unit
- 43 -- Laser interferometer (POS)
- W -- Wafer (sensitization substrate)
- R -- Reticle (mask)
- WS -- Wafer stage unit
- RS -- Reticle stage unit
- PL -- Projection optical system

[Translation done.]

*** NOTICES ***

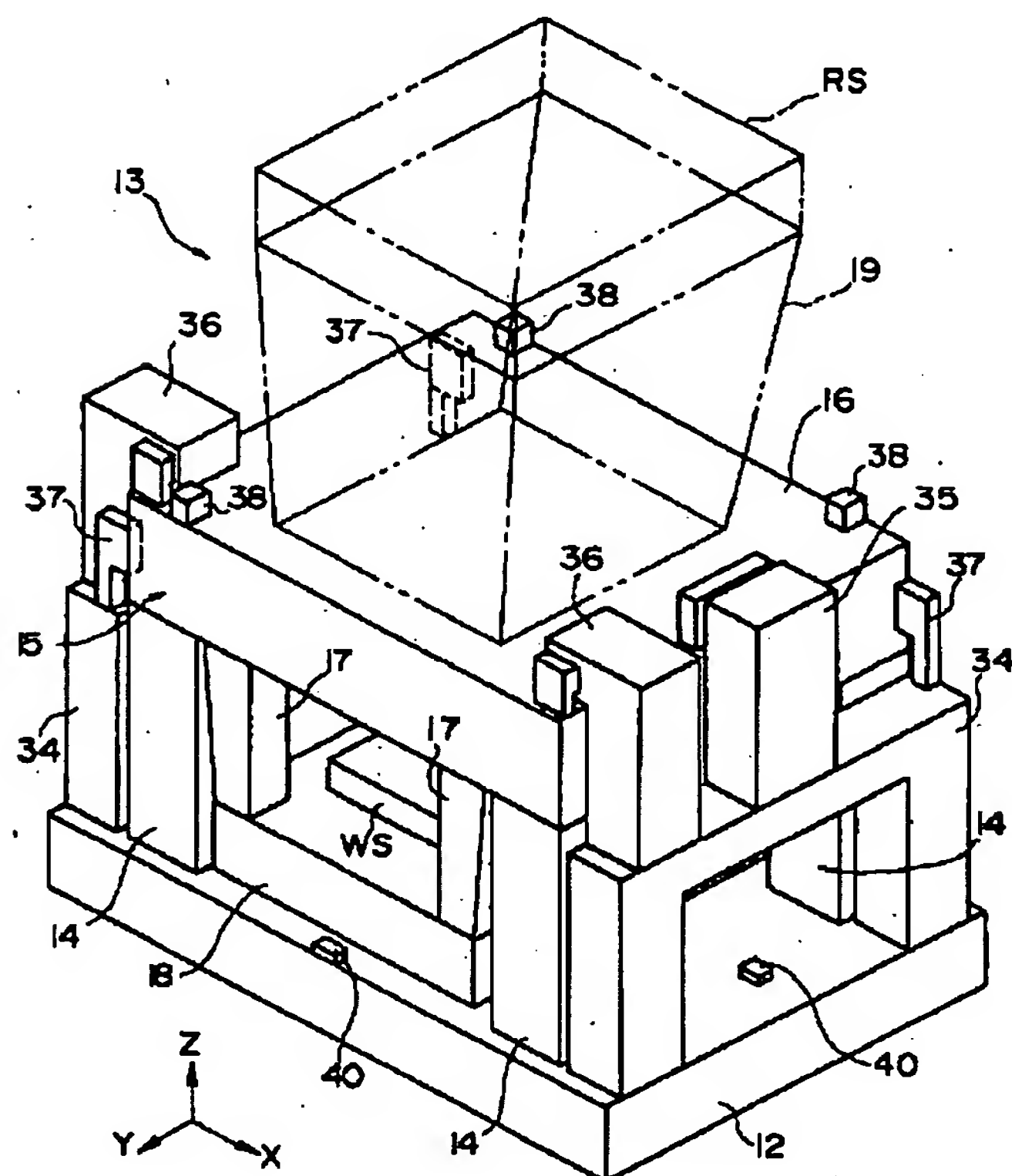
JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

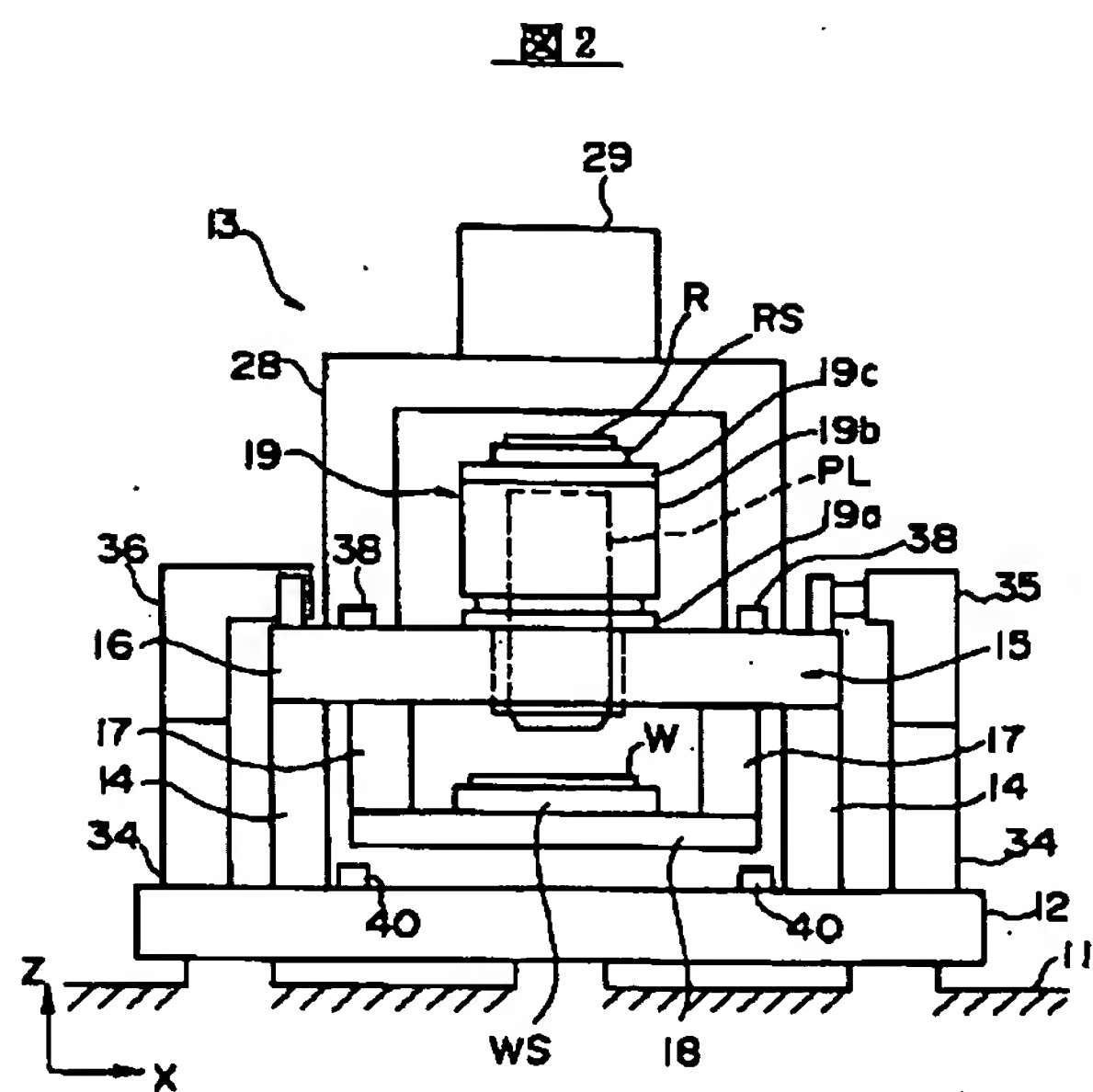
DRAWINGS

[Drawing 1]

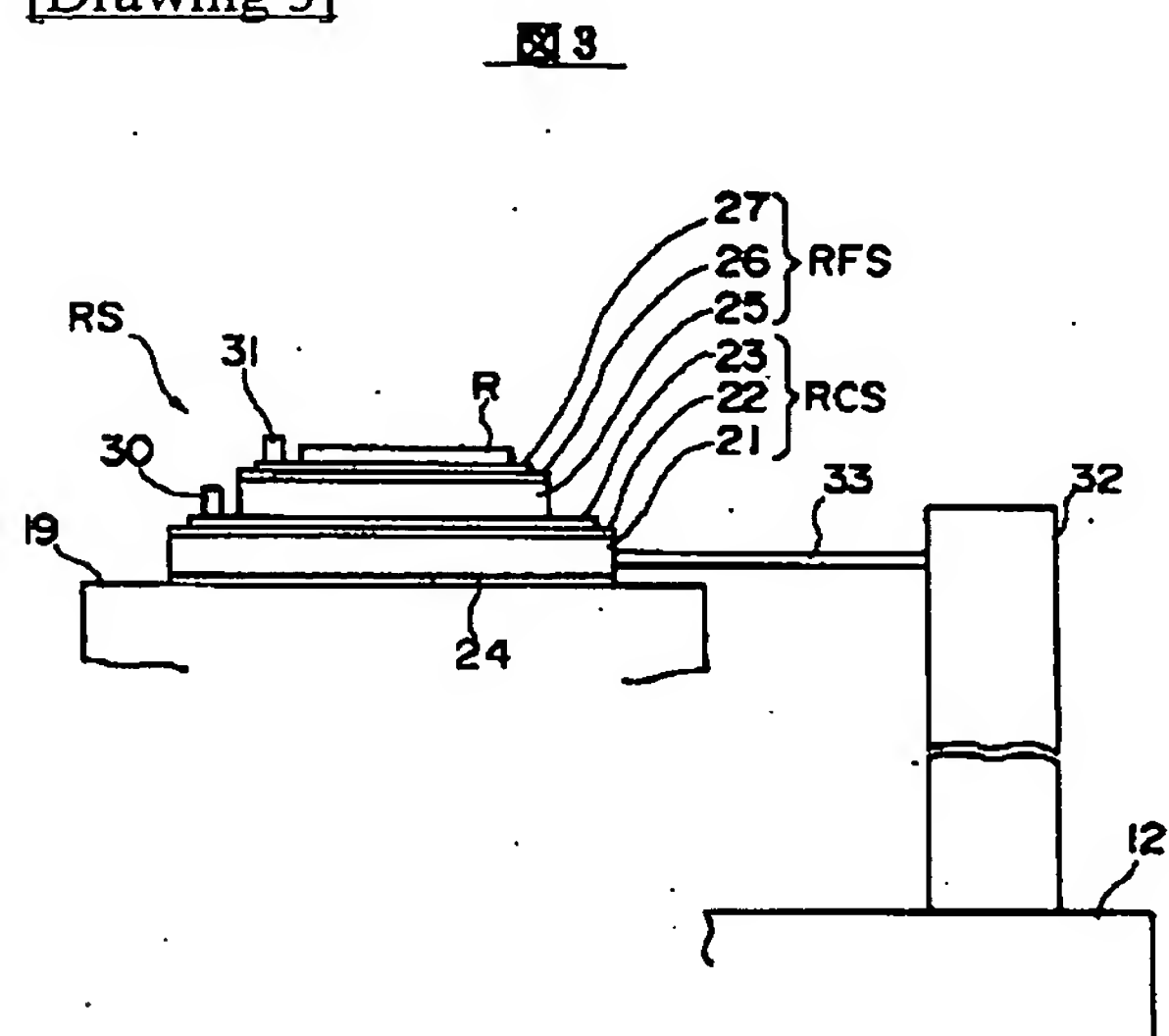
圖 1



[Drawing 2]

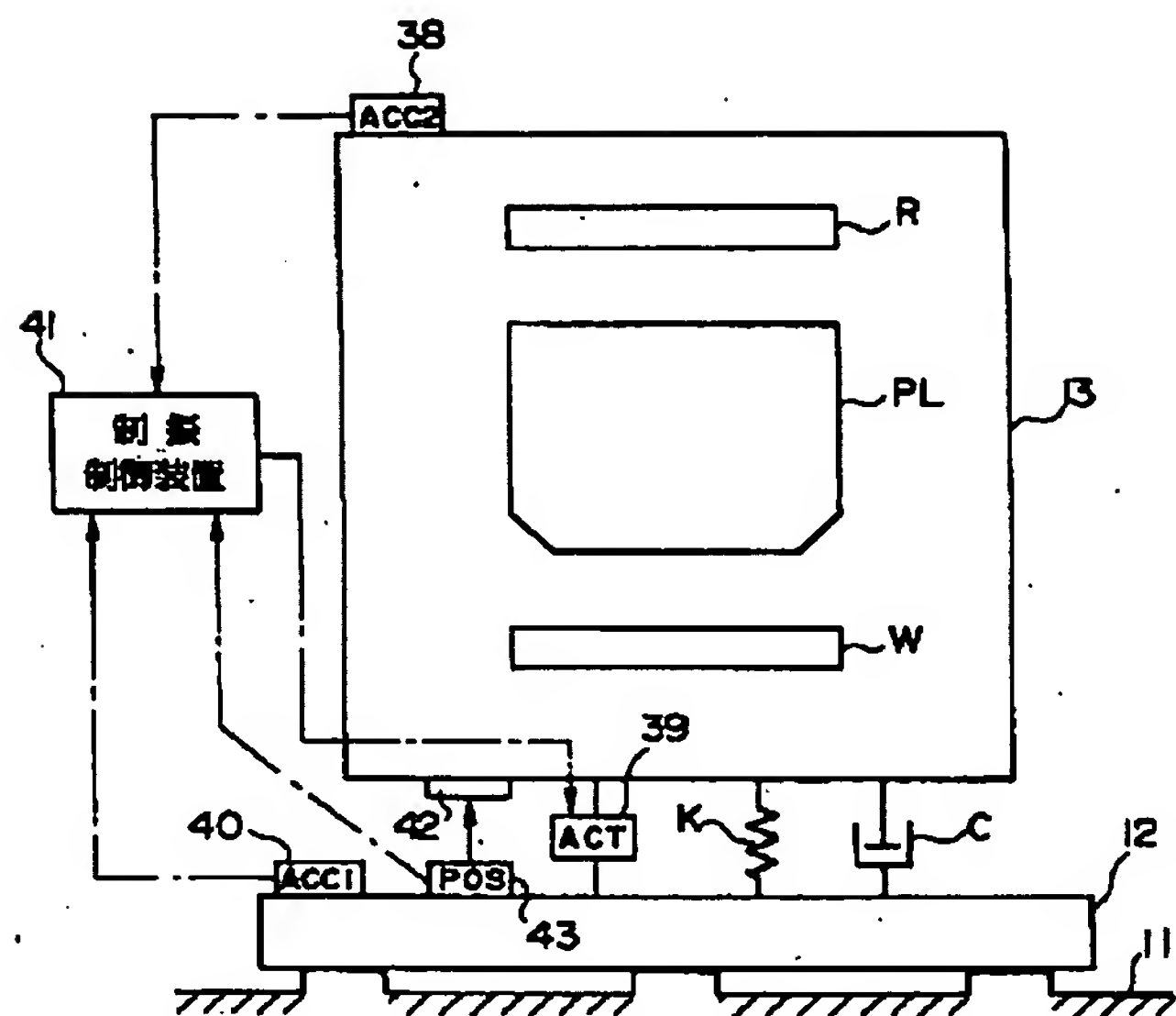


[Drawing 3]



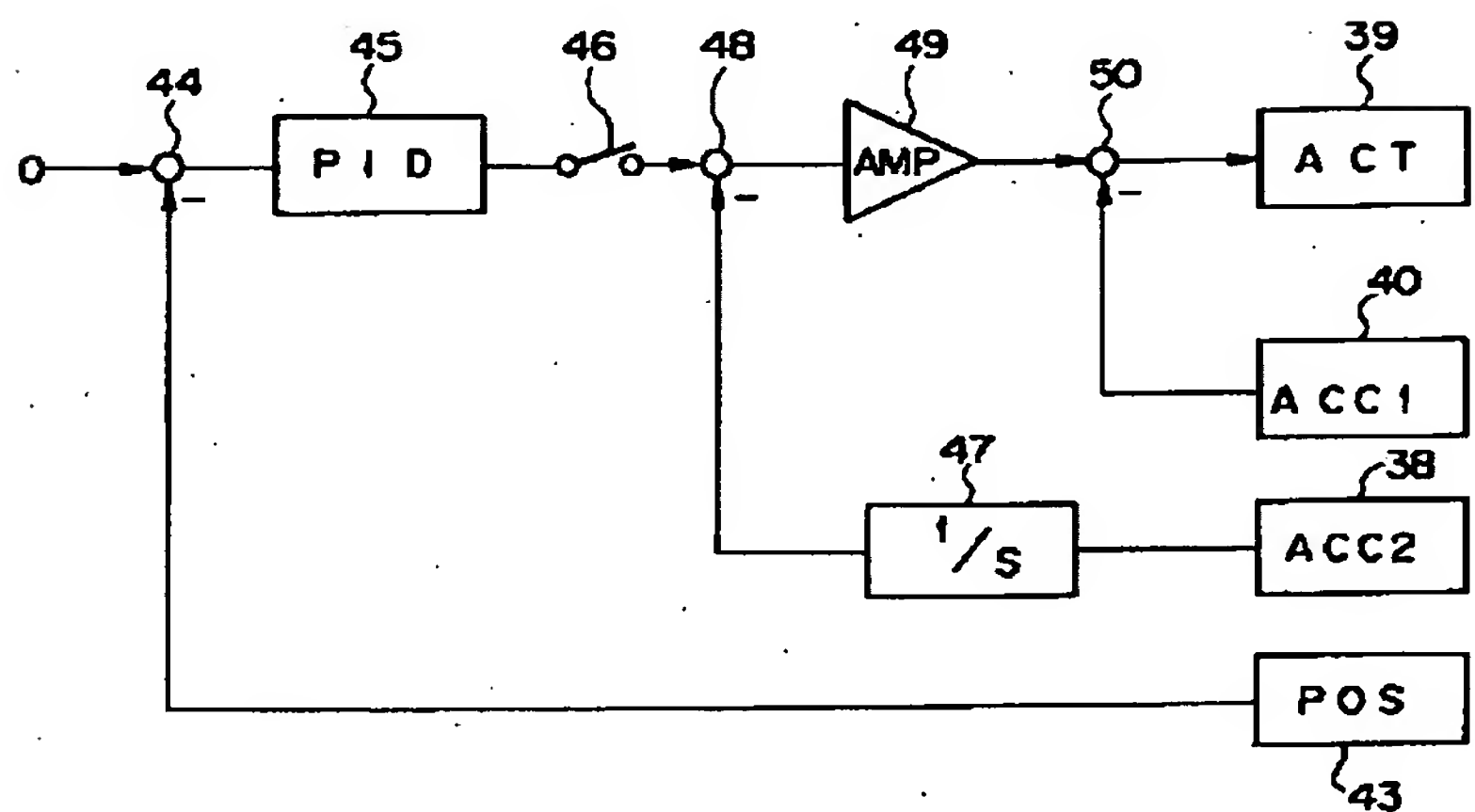
[Drawing 4]

図 4



[Drawing 5]

図 5



[Translation done.]

5

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-102286
(P 2 0 0 1 - 1 0 2 2 8 6 A)
(43) 公開日 平成13年 4 月13日 (2001. 4. 13)

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/027		F16F 15/02	A 2H097
F16F 15/02		G03F 7/20	501 3J048
G03F 7/20	501		521 5F046
	521	H01L 21/30	503 F

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全10頁)

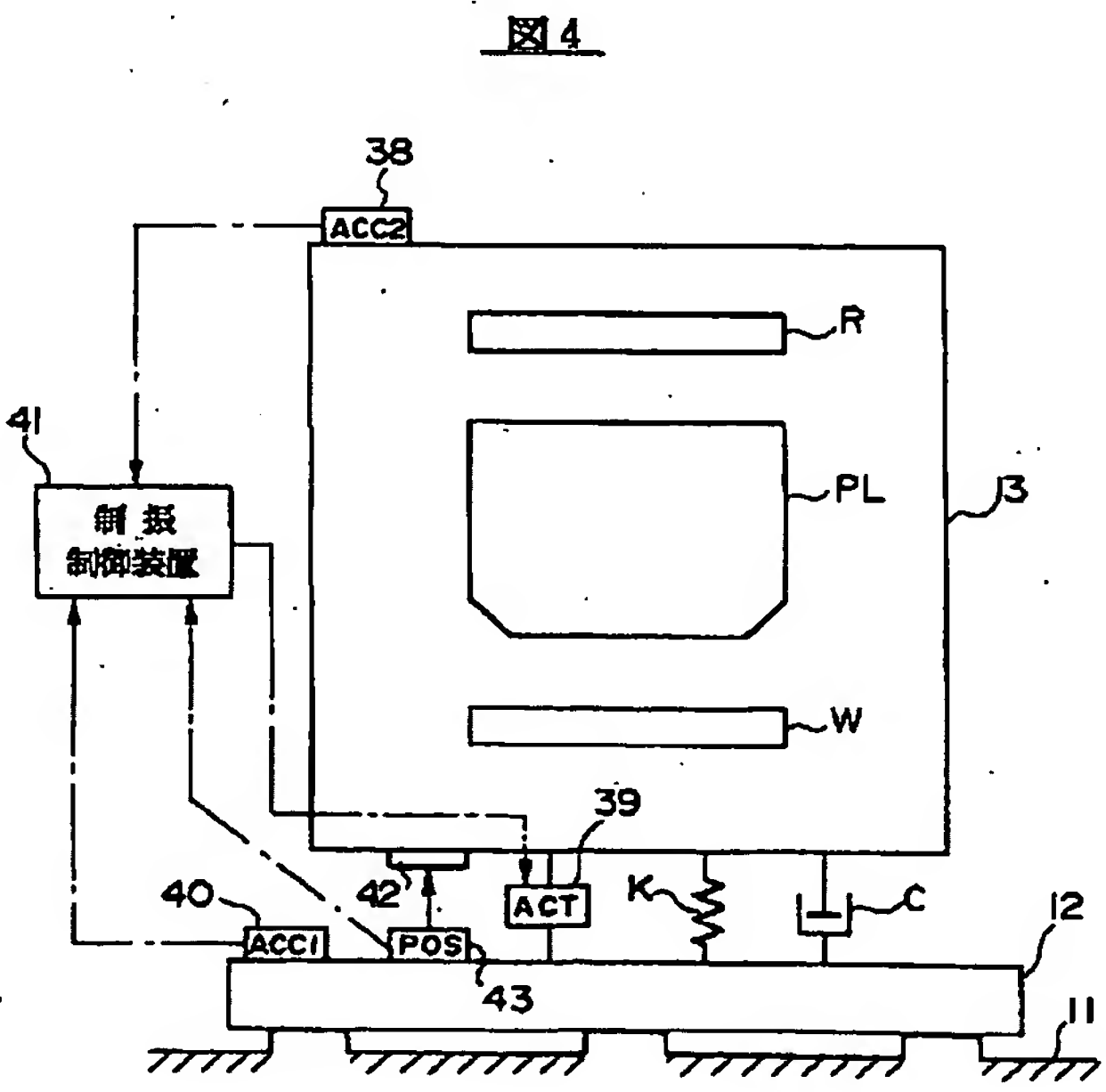
(21) 出願番号	特願平11-275561	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(22) 出願日	平成11年 9 月29日 (1999. 9. 29)	(72) 発明者	高橋 正人 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株 式会社ニコン内
		(74) 代理人	100097180 弁理士 前田 均 (外1名)
		F ターム (参考)	2H097 BA02 LA10 LA12 LA20 3J048 AA02 AB11 AD03 BC02 BE02 EA13 5F046 AA23 CC01 DB10 DB14 DC09 DC14 GA11 GA14

(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【課題】 床振動に対する許容範囲が広い露光装置を提供する。

【解決手段】 設置面としての床11上に設置されるベースプレート12上に、露光処理を行う露光本体部13がバネ要素K、ダンパー要素Cからなる除振パッドにより支持されている。ベースプレート12上には、該ベースプレート12の振動を検出するための加速度センサ40が設けられており、制振制御装置41は該加速度センサ40の検出値に基づき、露光本体部13に伝達される振動を低減するように、アクチュエータ39の作動を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 設置面上に設置される支持基板上に防振装置を介して露光本体部を支持した露光装置において、前記支持基板の振動を検出する振動検出装置と、前記振動検出装置による検出値に基づき、前記露光本体部に伝達される振動を低減するように前記防振装置を制御する制御装置とを備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 2】 前記振動検出装置は直交 3 軸方向のうちの少なくとも 1 軸方向に概略沿う方向の加速度を検出する加速度センサを含み、前記防振装置は前記加速度センサによる加速度の検出方向に概略沿う方向に変位して前記露光本体部を微動するアクチュエータを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】 前記防振装置は前記露光本体部の前記アクチュエータの変位方向に概略沿う方向の振動を減衰させる除振パッドを含むことを特徴とする請求項 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】 前記制御装置は前記加速度センサによる検出値に基づき、前記アクチュエータの変位をフィードフォワード制御することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の露光装置。

【請求項 5】 前記加速度センサを前記支持基板上に複数分散配置したことを特徴とする請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 6】 前記支持基板は前記設置面上に少なくとも 3 点で支持されており、前記加速度センサを前記支持基板の前記支持点の近傍にそれぞれ取り付けしたことを特徴とする請求項 5 に記載の露光装置。

【請求項 7】 前記露光本体部に生じる前記アクチュエータの変位方向に概略沿う方向の加速度を検出する第 2 の加速度センサを備え、前記制御装置は、前記第 2 の加速度センサによる検出値に基づき、前記露光本体部に生じる振動を低減するように、前記アクチュエータをフィードバック制御することを特徴とする請求項 4 に記載の露光装置。

【請求項 8】 前記露光本体部は、露光対象としての感光基板を移動する第 1 ステージ装置と、パターンが形成されたマスクを前記感光基板に同期して移動する第 2 ステージ装置とを備えたことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 9】 前記第 1 ステージ装置を前記防振装置に支持されたメインフレーム上に設け、前記第 2 ステージ装置を前記メインフレームに固定されたサブフレームに設けたことを特徴とする請求項 8 に記載の露光装置。

【請求項 10】 前記第 1 ステージ装置は、前記メインフレームに移動可能に支持されたステージと、前記ステージに取り付けられたスライダ及び前記メインフレームに固定されたステータを有する駆動装置とを備えたことを特徴とする請求項 9 に記載の露光装置。

【請求項 11】 前記第 1 ステージ装置は、前記メインフレームに移動可能に支持されたステージと、前記ステージに取り付けられたスライダ及び前記メインフレームに移動可能に支持されたステータを有する駆動装置とを備えたことを特徴とする請求項 9 に記載の露光装置。

【請求項 12】 前記第 2 ステージ装置は、前記サブフレームに移動可能に支持されたステージと、前記ステージに取り付けられたスライダ及び前記サブフレームに移動可能に支持されたステータを有する駆動装置とを備えたことを特徴とする請求項 9 に記載の露光装置。

【請求項 13】 前記第 1 又は第 2 ステージ装置は、前記ステージの駆動により前記ステータに生じる反力を前記ベースプレートに伝達するリアクション装置を備えたことを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の露光装置。

【請求項 14】 前記支持基板に生じる振動に関するしきい値が予め記憶保持された記憶装置を備え、前記制御装置は前記振動検出装置により検出された振動が前記しきい値を越える場合に、前記露光本体部による露光処理を停止するよう制御することを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 15】 前記支持基板に生じる振動に関するしきい値が予め記憶保持された記憶装置を備え、前記制御装置は前記振動検出装置により検出された振動が前記しきい値を越える場合に、前記防振装置の作動を停止するよう制御することを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 16】 前記支持基板の弾性振動を検出するための弾性振動検出装置を設け、前記制御装置は前記振動検出装置による検出値から前記弾性振動検出装置により検出された前記弾性振動に相当する成分を除去した値に基づき、前記制御を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体素子、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、薄膜磁気ヘッド、及び撮像素子（CCD）等の製造に用いられる露光装置に関し、特に、防振（制振、除振）対策が施された露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの製造工程の一つであるフォトリソグラフィ工程においては、レチクル（又はマスク）に形成されているパターンをフォトレジストが塗布されたウエハ上に露光転写する露光装置が使用される。このような露光装置としては、レチクル上のパターンをウエハ上のショット領域に投影レンズによって縮小投影して露光する縮小投影型の露光装置であるステッパが多く用いられている。

【0003】ステッパとしては、パターンをウエハ上の

ショット領域に一括露光し、順次ウエハを移動して他のショット領域に対して露光を繰り返すステップ・アンド・リピート方式のもの、あるいは最近では投影レンズの小型化等の観点から、露光時にレチクルとウエハを同時に走査してレンズ直径に近い長さのスリット光または矩形光で照明して各ショット領域に対して露光を繰り返すステップ・アンド・スキャン方式のものも開発され、実用に供されるようになってきている。

【0004】このような露光装置においては、振動の発生により露光精度が低下し、半導体デバイス等の微細化や処理の高速化の障害となる。これを防止するため、露光処理を行う露光本体部は、床面上に装置の基準となるベースプレート（支持基板）を設置し、該ベースプレート上に防振装置を介して設置される。

【0005】防振装置としては、バネ要素及びダンパー要素により露光本体部をベースプレート上で支持するようにしたパッシブ型のものと、該パッシブ型のものでは除去が難しい低い周波数成分の振動を抑制するためのアクティブ型のものを併用したものが知られている。アクティブ型の防振装置は、露光本体部に生じる振動を加速度センサにより検出し、ベースプレートと露光本体部の間に介装されたアクチュエータの作動をその検出値に基づいて制御して、露光本体部に能動的に力を与えて振動を低減するようにしたものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、露光装置が設置される床の剛性等の仕様は、求められる露光精度等との関係において決定されるが、同じ精度を実現する場合には床の仕様は緩い方がクリーンルームの建設コスト等との関係から有利である。

【0007】しかしながら、従来技術では、露光装置のステージの移動等に伴う反力がベースプレートを介して床に伝達されること等によって、床自身に振動が生じた場合には、該振動の露光本体部への伝達を有効に抑制することができないため、床振動に対する許容範囲が狭く、このため床の剛性等を十分に確保する必要があり、クリーンルームの建設コストを増大させ、あるいは設置場所が制限されるという問題があった。加えて、微細パターンを精度よく形成するためには、床振動の減衰を十分に待つ必要があることから高速処理が行えないという問題もあった。

【0008】また、露光装置の仕様上の許容振動量を超える地震等が発生した場合には、露光本体部が非常に大きく振動し、装置に致命的なダメージを与える場合があるという問題があった。

【0009】本発明はこのような従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、床振動に対する許容範囲が広く、高精度で高速処理を実現できる露光装置を提供することを目的とする。また、地震等の発生により露光装置に致命的なダメージを与えることを防止することをも目

的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】以下、この項に示す例では、理解の容易化のため、本発明の各構成要件に実施形態の図に示す代表的な参照符号を付して説明するが、本発明の構成又は各構成要件は、これら参照符号によって拘束されるものに限定されない。

【0011】上記目的を達成するための本発明の露光装置は、設置面（11）上に設置される支持基板（12）上に防振装置（K、C、39）を介して露光本体部（13）を支持した露光装置において、前記支持基板の振動を検出する振動検出装置（40）と、前記振動検出装置による検出値に基づき、前記露光本体部に伝達される振動を低減するように前記防振装置（39）を制御する制御装置（41）とを備えて構成される。

【0012】本発明によると、露光本体部を設置する支持基板の振動を検出して、該振動が露光本体部に伝達されることを低減するように防振装置を制御するようにしているから、支持基板に生じている振動が露光本体部に伝達されることが抑制される。従って、床振動に対する許容範囲を広くすることができるので、クリーンルーム等の建設コストを低減でき、あるいは露光装置の設置上の制約を少なくすることができるとともに、微細パターンを高精度に且つ高速に露光形成することができるようになる。

【0013】この場合において、前記支持基板に生じる振動に関するしきい値が予め記憶保持された記憶装置をさらに設けて、前記制御装置は前記振動検出装置により検出された振動が前記しきい値を越える場合に、前記露光本体部による露光処理を停止し、あるいは前記防振装置の作動を停止するよう制御するようにできる。これにより、地震等の発生により大きな振動が支持基板に生じた場合に、不良品を製造することが防止され、あるいは防振装置等が破損することが防止される。

【0014】また、上記の場合において、前記支持基板の弾性振動を検出するための弾性振動検出装置を設け、前記制御装置は前記振動検出装置による検出値から前記弾性振動検出装置により検出された前記弾性振動に相当する成分を除去した値に基づき、前記制御を行うようにすることができる。支持基板の弾性振動（支持基板の弾性力等によって該支持基板自体に生じる1～数次の固有振動モードによる振動）を検出して制振のための制御を実施すると、共振（共鳴）が生じて露光本体部を積極的に加振してしまう場合があるが、このように対策することにより、かかる点が改善され、床振動による露光本体部への影響をより確実に防止することができるようになる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の望ましい実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0016】図1は本発明の実施形態の露光装置の全体構成を示す斜視図、図2は同じく正面図、図3は同じくレチクルステージの構成を示す図、図4は同じく防振装置の要部構成を示す図、図5は同じく防振制御系の構成を示す図である。この実施形態の露光装置は、ステップ・アンド・スキャン方式の縮小投影型の露光装置である。

【0017】これらの図において、11は設置面としての床面であり、床面11上には板状のベースプレート

(支持基板) 12が安定支持の観点から三点支持されることにより設置されている。ベースプレート12はセラミックス、鉄等の高剛性の部材から構成されている。ベースプレート12上には露光本体部13がZ方向の防振(制振)装置を構成するマウント部14を介して設置されている。

【0018】露光本体部13のメインフレーム(ファーストコラム) 15は矩形板状のベース部16と4本のコラム部17とウエハステージ定盤18から構成されている。メインフレーム15はそのベース部16の4つの隅部近傍がベースプレート12上に配置固定された左右でそれぞれ一対のマウント部14によって支持されている。マウント部14の詳細構成については後述する。

【0019】メインフレーム15のコラム部17の下端に一体的に固定されたウエハステージ定盤18上には、露光対象としてのウエハ(感光基板) Wを位置決め移動するウエハステージユニットWSが設けられている。

【0020】ウエハステージユニットWSは、ウエハWが載置・固定される可動部(ステージ)を備え、このウエハWをZ方向に微動するとともに、X、Y方向に二次元移動する装置である。ウエハステージユニットWSの可動部の移動は、露光制御装置からの制御信号に基づいて制御される。

【0021】より具体的には、ウエハステージユニットWSは、ステータ(固定子)、ステータに対して移動可能なスライダ(移動子)、及びスライダに取り付けられた可動部としてのステージを備えている。ステータ及びこれと協働するスライダは、リニアモータにより提供され得る。特にこの実施形態では、ステータはエアベアリング等によるスライド機構によってウエハステージ定盤18上で移動可能に設けられている。但し、ステータはウエハステージ定盤18上に固定されていてもよい。その上面に感光剤が塗布されたウエハWは、例えばその裏面全体を吸引吸着されることによりステージ上に保持される。

【0022】メインフレーム15のベース部16の概略中央部には貫通穴が形成されており、この貫通穴を貫通するように投影光学系PLが配置されている。この投影光学系PLは鏡筒内に複数のレンズ等を保持して構成されている。投影光学系PLは、下から順にファーストインバ19a、セカンドインバ19b、サードインバ19

cから構成された投影系支持部材(サブフレーム) 19を介してベース部16に固定されている。これらのファーストインバ19a、セカンドインバ19b、サードインバ19cは内部に投影光学系PLを保持した状態で互いに一体的に固定されており、ファーストインバ19aがベース部16の貫通穴に挿入配置された状態で、該ファーストインバ19aがベース部16に強固に固定されている。

【0023】投影系支持部材19のサードインバ19cの上面には、回路パターンが形成されたレチクルRを移動するためのレチクル移動装置としてのレチクルステージユニットRSが取り付けられている。レチクルステージユニットRSは、図3に示されているように、レチクル粗動ステージユニットRCS及びレチクル微動ステージユニットRFSから構成されている。

【0024】レチクル粗動ステージユニットRCSは、ステータ(固定子) 21、ステータ21に対して移動可能なスライダ(移動子) 22、及びスライダ22上に取り付けられたステージ23を備えている。ステータ21及びこれと協働するスライダ22は、リニアモータによって提供され得る。特にこの実施形態では、ステータ21は、エアベアリング等を有するスライド機構24によって、投影系支持部材19のサードインバ19c上で移動可能に設けられている。但し、ステータ21はサードインバ19c上に固定されていてもよい。スライダ22及びステージ23は別部材として図示されているが、これらは共通の部材により提供されてもよい。

【0025】レチクル微動ステージユニットRFSは、レチクル粗動ステージユニットRCSのステージ23上に設けられている。レチクル微動ステージユニットRFSは、ステータ(固定子) 25、及びステータ25に対して移動可能に設けられたスライダ26、スライダ26上に取り付けられたステージ27を備えている。ステータ25及びこれと協働するスライダ26はリニアモータによって提供され得る。ステータ25はステージ23上に固定されている。また、スライダ26及びステージ27は別部材として図示されているが、これらは共通の部材により提供されてもよい。ステージ27は、その表面に転写すべきパターンが形成されたレチクルをそのパターン形成面を下に向けた状態でその周辺部近傍を吸着保持する機能を有している。

【0026】メインフレーム15のベース部16上には架台(セカンドコラム) 28が設けられており、架台28には、不図示のエキシマレーザ等の光源から射出された光を所定の照明光に変換してレチクルRに導くための照明光学系29が取り付けられている(図2参照)。

【0027】図示は省略するが、ウエハステージユニットWSのウエハWが載置されるステージ上には移動鏡が取り付けられており、メインフレーム15には該移動鏡に対応するように位置検出装置であるレーザ干渉計が設

けられている。レーザ干渉計及び移動鏡によってステージの位置が所定の分解能（例えば $0.001\mu\text{m}$ 程度）で計測される。その計測値はコンピュータのハードウェア及びソフトウェアによって提供され得る露光制御装置に供給されて、計測値に基づいてウェハステージユニットWSが制御されることにより、ステージの加速、減速及び走査に際しての移動並びに位置決めが実行される。

【0028】また、図3に示されているように、レチクル粗動ステージユニットRCSのステージ23上には移動鏡30が取り付けられており、投影系支持部材19

（サードインバ19c）には移動鏡30に対応するように位置検出装置であるレーザ干渉計（不図示）が取り付けられている。レーザ干渉計及び移動鏡30によってステージ23の位置が所定の分解能（例えば $0.001\mu\text{m}$ 程度）で計測される。その計測値は露光制御装置に供給されて、計測値に基づいてレチクル粗動ステージユニットRCSが制御されることにより、ステージ23の加速、減速及び走査に際しての移動並びに位置決めが実行される。

【0029】レチクルRのためのステージ27上には移動鏡31が取り付けられており、投影系支持部材19には移動鏡31に対応するように位置検出装置であるレーザ干渉計（不図示）が設けられている。レーザ干渉計及び移動鏡31によってステージ27の位置が所定の分解能（例えば $0.001\mu\text{m}$ 程度）で計測される。その計測値は露光制御装置に供給されて、計測値に基づいてレチクル微動ステージユニットRFSが制御されることにより、ステージ27の加速、減速及び走査に際しての移動並びに位置決めが実行される。

【0030】照明光学系29は、レチクルRの矩形のパターン領域を、走査露光時の走査方向（Y方向）と直交した方向（X方向）に断面スリット状（矩形状）に伸びた照明光で上から照射する。このX方向に直線的なスリット状照明光のレチクルR上での照明領域は、投影光学系PLの光軸と垂直な物体面側の円形視野の中央に位置し、所定の縮小倍率 β （この実施形態では $1/4$ ）の投影光学系PLを通して、その照明領域内のレチクルRのパターンの一部の像が、所定の解像度でウェハW上に投影される。投影光学系PLとしては、この実施形態では、レチクルRのパターン面に形成されたパターンの縮小倒立像をウェハ上に投影するものが用いられている。

【0031】走査露光時には、露光制御装置からウェハステージユニットWS、レチクル粗動ステージユニットRCS及びレチクル微動ステージユニットRFSに露光開始のコマンドが送出され、これに応じてレチクルRは+Y方向に速度 V_m で走査移動させられるとともに、これと同期して、ウェハは-Y方向に速度 V_w （ $=\beta \cdot V_m$ ）で走査移動させられる。尚、同様の速度比でレチクルRを-Y方向に移動させるとともにウェハを+Y方向に移動させてもよい。

【0032】このとき、レチクル粗動ステージユニットRCSに着目すると、移動子22及びステージ23の加速あるいは減速に伴い、その反力がステータ21に作用し、ステータ21はこの実施形態ではスライド機構24により投影系支持部材19（サードインバ19c）に対して移動可能にされているので、ステータ21はスライド22の移動方向に対して反対方向に移動しようとする。それにより生じる反力の影響を防止するために、リアクションフレーム機構（リアクション装置）が採用されている。

【0033】リアクションフレーム機構は、ベースプレート12上に立設されたリアクションフレーム（剛性部材）32と、リアクションフレーム32に配設されステージ23の移動によりステータ21に作用する反力を相殺する力を発生する反力装置とを備えている。特にこの実施形態では、パッシブ型のリアクションフレーム機構が採用され、反力装置は、ステータ21とリアクションフレーム32とを接続する弾性体あるいは剛体からなるリアクションバー33によって提供されている。これにより、ステージ23の加速あるいは減速に伴う反力はリアクションバー33及びリアクションフレーム32を介してベースプレート12に逃がされ、一定の露光精度が確保されるようになっている。但し、かかるリアクションフレーム機構は必須ではなく、省略することもできる。

【0034】なお、リアクションバー33の途中にその伸縮を電氣的に制御可能なアクチュエータ（例えば、ボイスコイルモータ）を設ける等によりアクティブ型のリアクションフレーム機構を構成してもよい。また、同様にして、ウェハステージユニットWSにリアクションフレーム機構を適用してもよい。

【0035】図1及び図2に示されているように、ベースプレート12の左右の端部近傍にはそれぞれ門型形状のアクチュエータ支持フレーム34が配置固定されており、アクチュエータ支持フレーム34上には水平方向アクチュエータ（X方向アクチュエータ35、Y方向アクチュエータ36）が固定されている。

【0036】X方向アクチュエータ35は、アクチュエータ支持フレーム34に固定された固定部とメインフレーム15のベース部16に固定された可動部とから構成されており、この実施形態では二個設けられている（図1には一個のみ図示）。Y方向アクチュエータ36は、アクチュエータ支持フレーム34に固定された固定部とメインフレーム15のベース部16に固定された可動部とから構成されており、この実施形態では図1に示されているように二個設けられている。但し、これらのX方向アクチュエータ35及びY方向アクチュエータ36の個数はさらに複数でもよい。また、アクチュエータ支持フレーム34にはメインフレーム15のX方向及びY方向の変位（位置）を検出する複数の位置検出センサ37

が取り付けられている。

【0037】メインフレーム15上には、該メインフレーム15のX、Y及びZ方向の振動を検出するための振動検出装置としての複数の加速度センサ（加速度計）38が取り付けられている（図1では代表的に三個のみ図示）。これらの加速度センサ38は、この実施形態では、Z方向の振動を検出するために三個、X方向の振動を検出するために二個、Y方向の振動を検出するために二個設けられている。但し、加速度センサ38の個数はこれに限定されず、さらに多くてもよい。

【0038】露光本体部13を支持するマウント部14は、この実施形態では四組設けられている。但し、少なくとも三組あればよい。マウント部14は、図4に示されているように、コイルスプリング等のバネ要素K及びエアダンパー等のダンパー要素Cからなる除振パッド並びにボイスコイルモータ等からなるZ方向アクチュエータ（ACT）39を備えて構成されている。このアクチュエータ39は、電磁式アクチュエータ、電気油圧制御式アクチュエータ、電気制御式流体シリンダ及び圧電素子から選択される1つあるいは幾つかの組み合わせによって提供され得る。

【0039】ベースプレート12上には、該ベースプレート12のX、Y及びZ方向の振動を検出するための振動検出装置としての複数の加速度センサ（ACC1）40が取り付けられている（図1では代表的に二個のみ図示）。これらの加速度センサ40は、この実施形態では、各マウント部14に対応して、該マウント部14の近傍にそれぞれ一個ずつ設けられている。但し、加速度センサ40の数はこれに限定されず、これより少なくとも、あるいはさらに多くてもよい。なお、Z方向についてのみ制振制御を実施する場合には、X方向及びY方向については加速度センサを設けなくともよい。また、この実施形態では、ベースプレート12の振動を検出する加速度センサ40は、各マウント部14の近傍に取り付けているが、床11の支持点に対応する位置又はその近傍に設けてもよい。

【0040】Z方向アクチュエータ39はベースプレート12に固定された固定部とメインフレーム15のベース部16に固定された可動部とから構成されており、コンピュータのハードウェア及びソフトウェアによって提供され得る制振制御装置41によりその作動が制御される。加速度センサ38、40による検出値は、制振制御装置41に供給される。

【0041】メインフレーム15の下面には反射鏡42が取り付けられており、ベースプレート12の反射鏡42に対応する位置に位置検出装置であるレーザ干渉計

（POS）43が設けられている。レーザ干渉計43及び反射鏡42によって、メインフレーム15の変位（位置）が所定の分解能（例えば0.001 μ m程度）で計測される。その計測値は制振制御装置41に供給され

る。

【0042】なお、この実施形態の露光装置においては、Z方向とは投影光学系PLの光軸方向（図2上で上下方向）とし、これに直交する平面内において、ベースプレート12の奥行き方向（図2の紙面に対して直交する方向）をY方向とし、これに直交する方向（図2上で左右方向）をX方向とする。走査方向はY方向である。

【0043】次に、図4及び図5を参照して、制振制御装置41による制振制御処理について説明することにする。なお、以下の説明では、Z方向についてのみの説明とするが、X方向及びY方向についても基本的に同じである。

【0044】加速度センサ38、40により検出されたZ方向の加速度信号、レーザ干渉計43により検出された変位（位置）信号は制振制御装置41に入力され、制振制御装置41は、これらの信号に基づいて、ベースプレート12から露光本体部13に振動がなるべく伝達されないように、且つ露光本体部13の振動が最も小さくなるように、Z方向アクチュエータ39の作動を制御する。

【0045】一のマウント部14のZ方向アクチュエータ39の作動を制御するために、制振制御装置41によって実現されるアクチュエータ制御回路は、図5に示されるように、減算器44、PID制御回路（PID）45、スイッチ46、積分器（1/S）47、減算器48、アンプ（AMP）49、減算器50、その他の演算回路（不図示）を備えて構成される。

【0046】減算器44は目標位置出力部（不図示）から出力されるZ方向の目標値（ここでは、変位0が目標値である）とレーザ干渉計（POS）43からの位置（変位）情報との差である位置偏差を演算する。PID制御回路45はこの減算器44から出力される位置偏差を動作信号として（比例+積分+微分）制御動作を行い速度指令値を演算する。

【0047】減算器48はこのPID制御回路45からの速度指令値（スイッチ46がオンの場合であり、スイッチ46がオフの場合には、指令値0）と加速度センサ（ACC2）38により検出された加速度信号を積分器47により積分した速度情報との差である速度偏差を演算する。アンプ49はこの減算器48から出力される速度偏差を微分演算して加速度信号とする。減算器50はアンプ49から出力された加速度信号から加速度センサ（ACC1）40により検出された加速度信号を減算し、その出力がアクチュエータ（ACT）39に対する指令値となり、アクチュエータ39により付勢力又は引付力が発生される。

【0048】即ち、アクチュエータ39は、加速度センサ38の検出値に基づき露光本体部13の振動が最も小さくなるようにフィードバック制御されるとともに、加速度センサ40の検出値に基づきベースプレート12か

ら露光本体部 13 に伝達される振動が最も小さくなるようにフィードフォワード制御される。スイッチ 46 をオン又はオフすることにより、変位 (位置) による制御を実施するか否かを選択できる。

【0049】なお、加速度センサ 40 によるアクチュエータ 39 のフィードフォワード制御に用いる伝達関数は、実際に床 11 に振動を印可して、床 11 の動特性をモデル化したものを用いる。この実施形態の露光装置は、かかる動特性を自己学習する機能を備えており、露光装置が実際に設置された後に、その床 11 の動特性が

【0050】ところで、露光装置の運転中に地震が発生する場合があります。その震度によってはそのまま露光処理を継続しても良好な露光精度を得ることができなかつたり、最悪の場合には許容限界を越えてしまい、例えば、マウント部 14 のダンパーのストローク限界を越えてしまい、レーザ干渉計 43 が対応する反射鏡 42 と衝突したり、あるいは大きな振動が印可されることによって各部に破損等が発生する場合があります。

【0051】そこで、この実施形態では、ベースプレート 12 上には上述した制振制御用としての加速度センサ 40 が設けられているので、この加速度センサ 40 の検出値を利用して、検出された加速度が予め決められたしきい値を越える場合には、露光装置の全体を制御する上位の制御装置 (上位プロセッサ) に通知して、露光処理を中断若しくは中止し、又はエアダンパーのエアを排気して、露光本体部 13 を機械的にロックさせる等の保護措置を講じるようにした。かかるしきい値は、当該上位の制御装置あるいは制振制御装置 41 が備える記憶装置 (メモリ) に予め格納されているものとする。

【0052】これにより、地震等の発生により大きな振動がベースプレート 12 に生じた場合に、不良品を製造することが防止され、あるいは機構部品等が破損することが防止される。

【0053】また、上述した実施形態においては、加速度センサ 40 をベースプレート 12 に取り付けて、アクチュエータ 39 をフィードフォワード制御するようにしているが、ベースプレート 12 が弾性振動 (ベースプレート 12 が加振されることにより自らの弾性力等により 1 次～数次の固有振動モードで振動すること) する場合があります。この振動モードを加速度センサ 40 が検出し、その検出値によりアクチュエータ 39 を作動させると、共振 (共鳴) によって露光本体部 13 を積極的に加振してしまう恐れがあり、その場合には制振性能が低下する。

【0054】そこで、この実施形態では、ベースプレート 12 上に該ベースプレート 12 の振動モードを検出するためのセンサ (例えば、加速度センサ) を複数設けて、該振動モードを検出し、該振動モードに相当する振動成分を、加速度センサ 40 の検出値から除去して、こ

れに基づいてアクチュエータ 39 の作動を制御するようにしている。これにより、ベースプレート 12 自体の弾性振動による制振性能の低下が防止され、より高い制振性能を実現することができる。

【0055】なお、以上説明した実施の形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。

【0056】例えば、上述した実施形態においては、ウェハステージユニット WS はメインフレーム 15 のベース部 16 から吊り下げられたウェハステージ定盤 18 に設置しているが、ウェハステージ定盤 18 をメインフレーム 15 から独立させて、ベースプレート 12 上に設ける構成としてもよい。この場合には、上述したマウント部 14 と同様のマウント部により該ウェハステージ定盤 18 をベースプレート 12 上に支持し、上記と同様の制振制御を実施する。

【0057】また、上述した実施形態では、ウェハステージユニット WS やレチクルステージユニット RS の駆動装置としてリニアモータを用いているが、これに限定されることはなく、その他の形式の駆動装置、例えば、いわゆる平面モータを採用することもできる。

【0058】平面モータは、ステージを X 方向及び Y 方向に移動するとともに、Z 方向に微動し、さらに、X 軸、Y 軸及び Z 軸周りに微少回転することができ、全部で 6 自由度を有する駆動装置である。平面モータは、詳細な図示は省略するが、概略以下のような構成である。

【0059】即ち、平面モータは、強磁性体からなる底部ヨークの上面に複数の駆動ユニットを配設し、該駆動ユニットから上部に離間して、強磁性体からなる上部ヨークを配置する。駆動ユニットは強磁性体からなるコアに適宜に複数のコイルを配置して構成され、該駆動ユニットと該上部ヨークの間に、磁石板を有するステージを配置する。これにより、ステージは浮遊した状態で保持され、駆動ユニットに適宜に通電することにより、所望の方向に推力を発生することで、かかる 6 自由度を実現している。

【0060】さらに、上記の実施形態では、ステップ・アンド・スキャン方式の縮小投影型露光装置についての説明としたが、レチクルとウェハとを静止させた状態でレチクルパターンの全面に露光用照明光を照射して、そのレチクルパターンが転写されるべきウェハ上の 1 つの区画領域 (ショット領域) を一括露光するステップ・アップ・リピート方式の縮小投影型露光装置 (ステッパ)、さらにはミラープロジェクション方式やプロキシミティ方式、コンタクト方式等の露光装置にも同様に本発明を適用することが可能である。

【0061】また、ステップ・アンド・スティッチ方式

の縮小投影型露光装置にも本発明を適用できる。この露光装置では、基板（例えば、レチクル基板）に形成すべき回路パターンをその縮小倍率の逆数倍だけ拡大し、その拡大パターンを複数に分割してそれぞれ複数のレチクルに形成し、この複数のレチクルの各パターンを縮小投影して、基板上でつなぎ合わせて転写するものである。各レチクルのパターンを基板上に転写するときには走査露光方式及び静止露光方式のいずれを採用してもよい。また、基板上で隣接して転写される複数のパターン間でその接続部がなくてもよい。即ち、ステップ・アンド・スティッチ方式とは、パターンの接続部の有無に関係なく、基板上で部分的に重畳する複数の被露光領域にそれぞれレチクルのパターンを転写するものである。

【0062】さらに、半導体素子、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、薄膜磁気ヘッド、及び撮像素子（CCDなど）の製造に用いられる露光装置だけでなく、レチクル、又はマスクを製造するために、ガラス基板、又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。即ち本発明は、露光装置の露光方式や用途等に関係なく適用可能である。

【0063】本発明が適用される露光装置の光源としては、特に限定されず、KrFエキシマレーザ（波長248nm）、ArFエキシマレーザ（波長193nm）、F₂レーザ（波長157nm）、Kr₂レーザ（波長146nm）、KrArレーザ（波長134nm）、Ar₂レーザ（波長126nm）等を用いることができる。

【0064】また、例えば、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザを、エルビウム（又はエルビウムとイットリビウムの両方）がドープされたファイバーアンプで増幅し、さらに非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いてもよい。なお、単一波長発振レーザとしてはイットリビウム・ドープ・ファイバーレーザを用いる。

【0065】また、波長10nm前後の軟X線を光源にする縮小投影露光装置、波長1nm前後を光源にするX線露光装置、パターンデータに従って電子線ビーム（EB）やイオンビームなどにより感光基板上に露光描画する露光装置にも適用することが可能である。

【0066】本実施の形態の露光装置は、ベースプレート12に複数の加速度センサ40を設けるとともに、レチクルステージユニットRS、ウエハステージユニットWSなどの多数の部品からなるステージ装置を組み立てるとともに、複数のレンズから構成される照明光学系29や投影光学系PLの光学調整を行い、さらに、総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより製造することができる。

【0067】なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望まし

い。

【0068】ところで、半導体素子は回路の機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基づいて、レチクルを製作するステップ、シリコンウエハを製作するステップ、前述の実施形態で説明した露光装置を用いてレチクルのパターンをウエハ上に転写するステップ、組立ステップ（ダイシング工程、パッケージ工程などを含む）、及び検査ステップ等を経て製造される。

【0069】

10 【発明の効果】以上説明したように、本発明によると、床振動に対する許容範囲を広くすることができるので、製造工場の建設コストを低減することができ、あるいは露光装置の設置場所についての制約が少なくなる。また、床振動による露光精度への悪影響を低減することができ高精度化を達成できるとともに、露光処理の高速化を図ることもできる。さらに、地震等が発生した場合であっても露光装置に致命的なダメージを与えることを防止することもできる。

【図面の簡単な説明】

20 【図1】 本発明の実施形態の露光装置の全体構成を示す斜視図である。

【図2】 本発明の実施形態の露光装置の全体構成を示す正面図である。

【図3】 本発明の実施形態の露光装置のレチクルステージの構成を示す図である。

【図4】 本発明の実施形態の露光装置の防振装置の要部構成を示す図である。

【図5】 本発明の実施形態の露光装置の防振装置の制御系の要部構成を示す図である。

30 【符号の説明】

11…設置面（床）

12…ベースプレート（支持基板）

13…露光本体部

14…マウント部

15…メインフレーム

16…ベース部

18…ウエハステージ定盤

19…投影系支持部材

21…ステータ

40 22…スライダ

23…ステージ

24…スライド機構

32…リアクションフレーム機構

33…リアクションバー

38…加速度センサ（ACC2）

39…Z方向アクチュエータ（ACT）

40…加速度センサ（ACC1）

41…制振制御装置

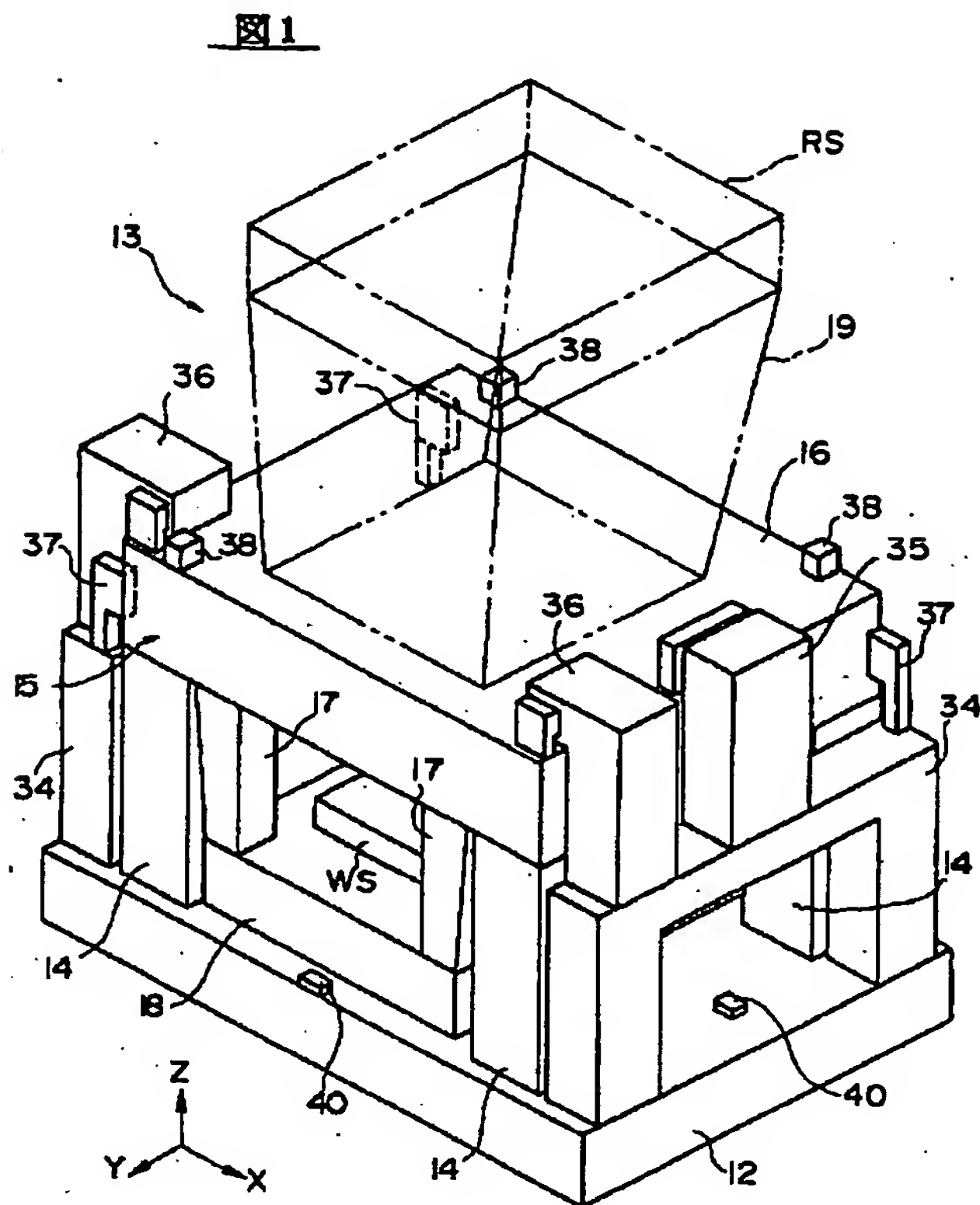
43…レーザ干渉計（POS）

50 W…ウエハ（感光基板）

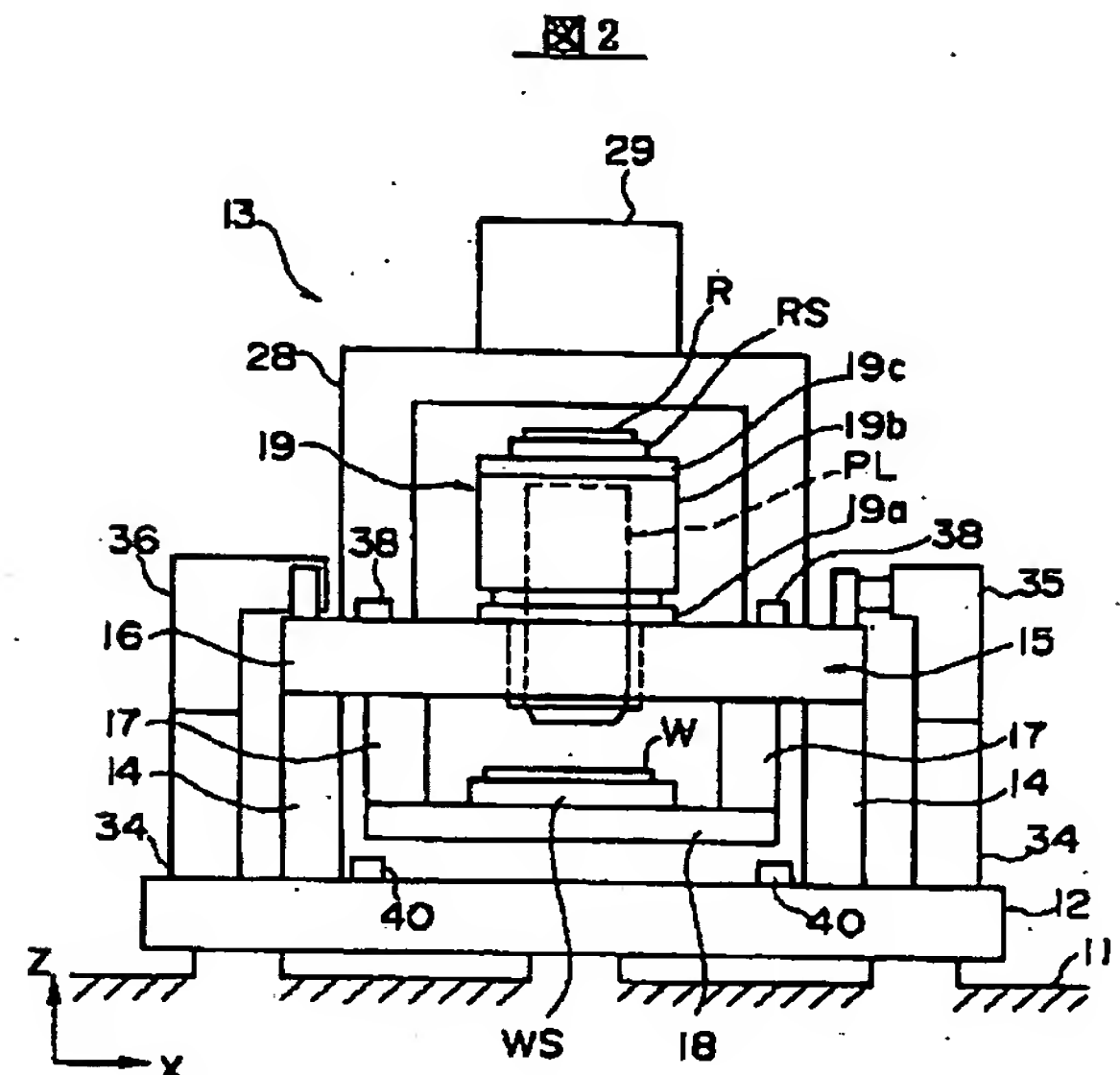
15
R…レチクル (マスク)
WS…ウェハステージユニット

16
RS…レチクルステージユニット
PL…投影光学系

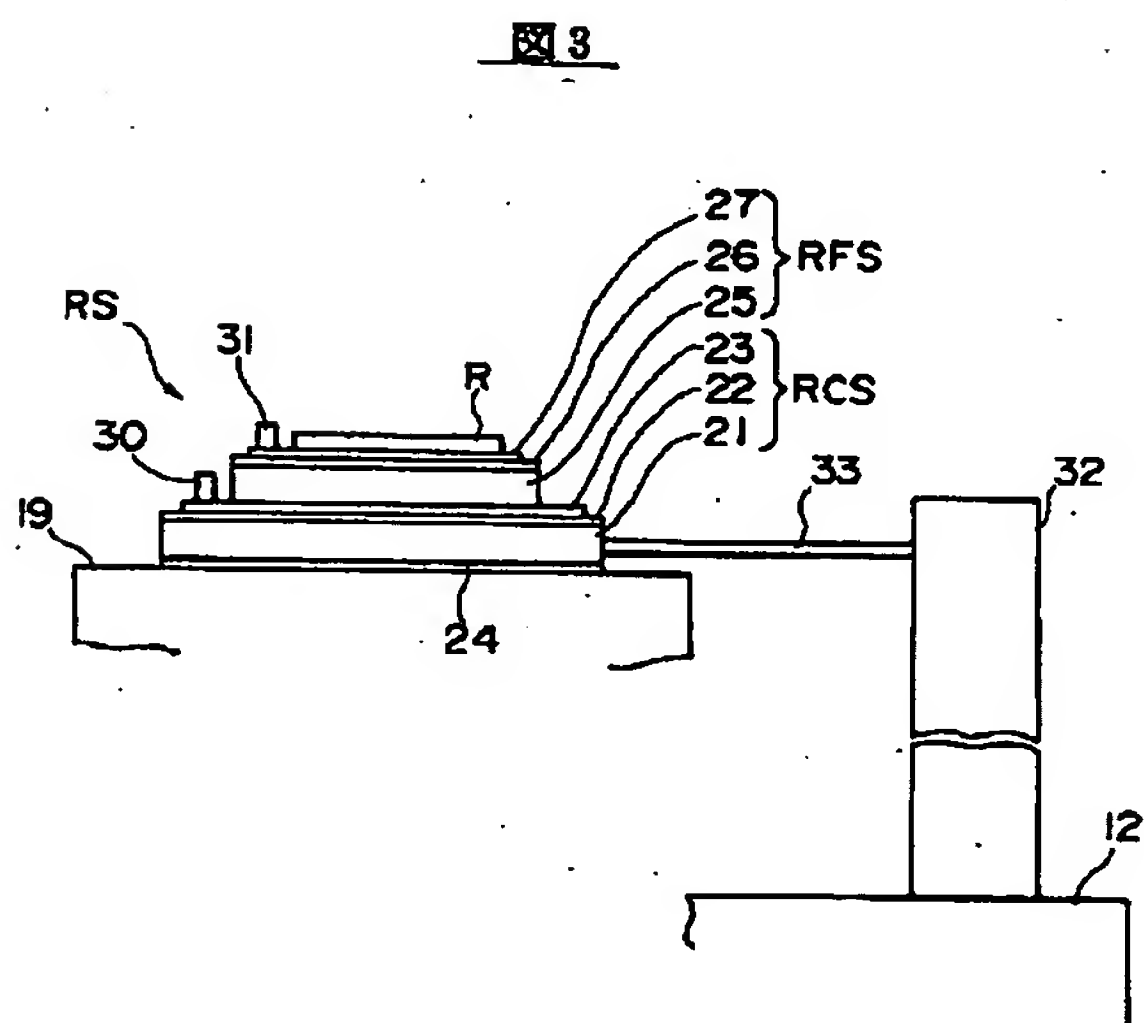
【図1】



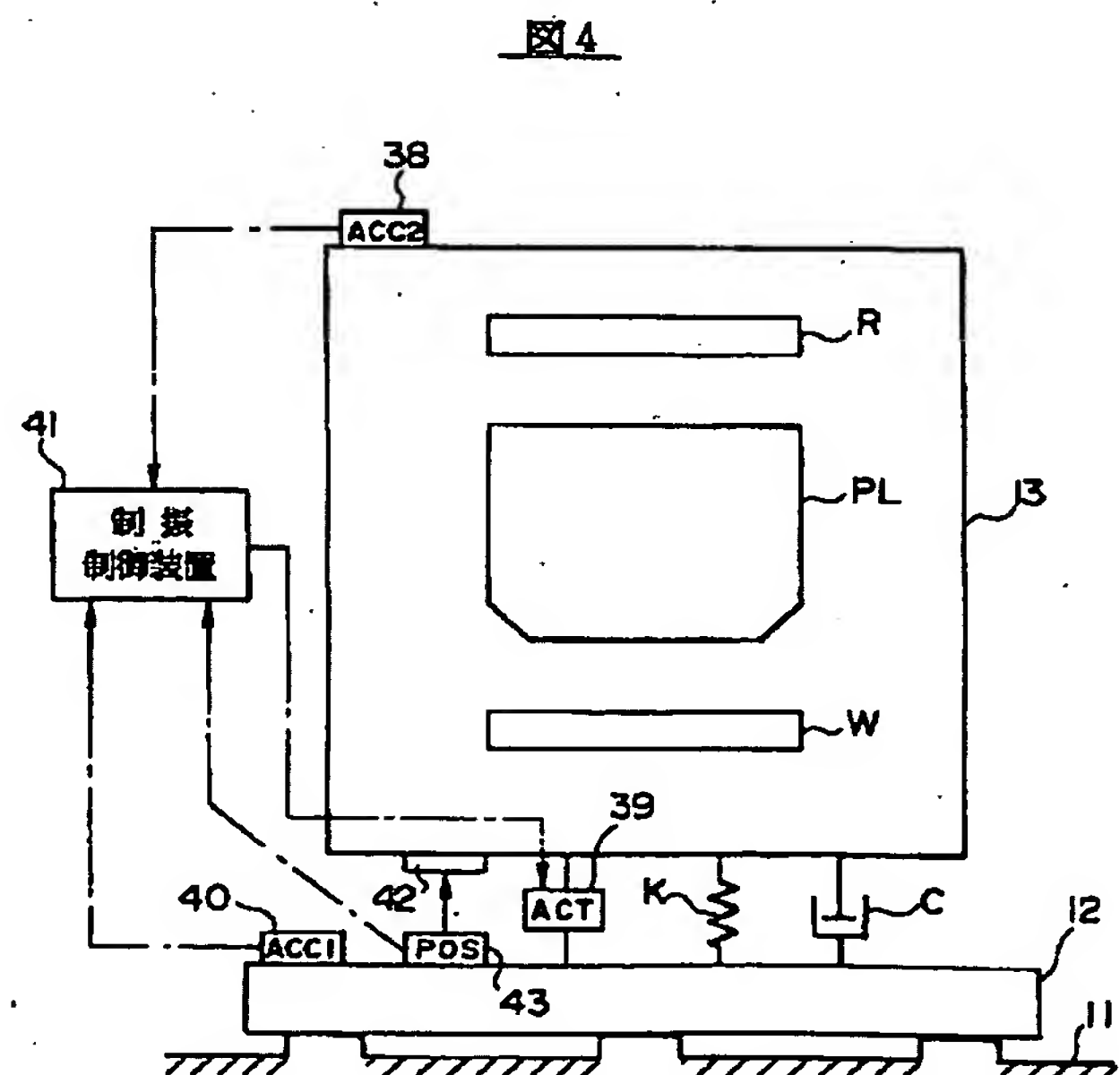
【図2】



【図3】



【図4】



【図 5】

図 5

